



CRISTIANO AGRA ISERHARD

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLÉIA DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:
PAPILIONOIDEA E HESPERIOIDEA) EM DIFERENTES FORMAÇÕES DA FLORESTA
ATLÂNTICA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Biologia Animal.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientadores: Prof. Dra. Helena Piccoli Romanowski

Prof. Dr. Milton de Souza Mendonça Jr.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

PORTO ALEGRE

2009

**ESTRUTURA E COMPOSIÇÃO DA ASSEMBLÉIA DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:
PAPILIONOIDEA E HESPERIOIDEA) EM DIFERENTES FORMAÇÕES DA FLORESTA
ATLÂNTICA DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

CRISTIANO AGRA ISERHARD

Aprovada em ____ de _____ de 2010.

Dr. Celson Roberto Canto Silva

Dra. Ana Beatriz Barros de Moraes

Dr. André Victor Lucci Freitas

Dedico este trabalho à
memória de meus avós,
Ruth e Gustavo.

AGRADECIMENTOS

Ao longo dos treze anos de convivência na Biologia da UFRGS, dos quais onze associado ao Laboratório de Ecologia de Insetos (LEI) tive o prazer de conhecer pessoas muito especiais, professores e biólogos excepcionais e fazer muitas amizades. Muito aprendi, muito tentei ensinar, e muita coisa se realizou. Mas tudo isso só foi possível devido à competência de muitos professores, e a capacidade de cooperação e colaboração dos integrantes do grupo de pesquisa do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul”. Muitos deles já encerraram suas atividades, e infelizmente nem todos continuaram nesta linha de pesquisa com borboletas, seguiram seus caminhos de formas diferentes, mas, acredito, sempre levando consigo um pouco do LEI. Aos que ficaram e insistiram, parabéns, tem-se muito a realizar ainda.

Um trabalho desta magnitude, de grande exigência tanto em campo quanto em laboratório, não tem como ser realizado sozinho, de forma alguma. Esta tese é apenas um pequeno passo dentro de uma estrutura muito maior que existe dentro do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul”, e com certeza sem a ajuda de colegas, professores, amigos e familiares nunca teria se concretizado. Desta forma, abaixo tentarei agradecer as pessoas que são muito importantes para mim e realmente me ajudaram, me apoiaram, me ensinaram e fizeram deste projeto um grande trabalho. Somente expressar estas palavras não será suficiente, meu agradecimento será eterno e o convívio com todos inesquecível. Muito obrigado desde já, e desde sempre!

À Helena, agradeço a oportunidade dada para começar a pesquisar no LEI nos idos de 1998, pelo aceite em me orientar, me apresentar o mundo das borboletas, pelo transmissão de seu vasto conhecimento biológico, e pelo exemplo de profissional. Obrigado pelas dicas, pela confiança, paciência, e acima de tudo, pela amizade que se formou ao longo desses 11 anos. Os famosos churrascos na tua casa e em Itapuã serão sempre recordados. Acho que tuas grandes qualidades são a competência, seriedade, honestidade com que desenvolves teu trabalho e o enaltecimento, valorização e empolgação com o trabalho das pessoas, além de ter lucidez e sensibilidade muito grande em perceber as qualidades dos teus orientados e sempre achar uma solução perfeita ou possuir uma sugestão fundamental em momentos de angústia, apreensão e tensão. Parabéns pelo laboratório e por este grupo de pesquisa maravilhoso!

Ao Milton, excelente biólogo e professor de mão cheia, que de banca de mestrado acabou se tornando também um orientador excepcional e um grande amigo. Possuidor de um imenso conhecimento em todas as áreas possíveis e imagináveis, muito aprendi em conversas informais e discussões ao longo desses anos. Além disso, uma pessoa íntegra, de uma calma nunca antes vista, e gremista fanático (sofremos e comemoramos juntos com o grande tricolor dos Pampas). Tornou-se um grande parceiro de viagens, de conversas, de desabafos a cerca de problemas pessoais e angústias profissionais, de saídas de campo, e de churrascos regados com muita cerveja, risadas e divertimento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal pelo apoio e pela oportunidade de realizar este trabalho. À Capes pela bolsa concedida e ao CNPQ pelo financiamento do projeto.

À Professora Sandra Hartz pelas oportunidades ao longo da graduação, pelos conhecimentos transmitidos, discussões ecológicas, e também pela amizade e bobagens intrínsecas ao longo desses anos. A monitoria da disciplina de Ecologia de Populações e Comunidades, desde 1999 até hoje, foi

fundamental na minha formação acadêmica. Através dela tive o privilégio de conhecer a FLONA, que veio a ser uma das minhas áreas de estudo. Acima de tudo, foi um prazer trabalhar contigo nesta disciplina, aprendi muito, tomei gosto pelo ensinar e passar o conhecimento, além de ter começado em EcoPop a aprender a orientar e conduzir experimentos de campo com diversos grupos animais, e ter a formação como ecólogo que, em certos momentos, faltaram na minha formação.

À Professora Jocélia Grazia, pelo exemplo de profissional e pesquisadora, e pela pessoa afável, prática e excelente que é. Obrigado pelas oportunidades ao me possibilitar ministrar aulas de Lepidoptera na disciplina de Entomologia na graduação. Ser vizinho de laboratório e participar dos projetos em conjunto entre os laboratórios de entomologia me ajudou muito a crescer em termos profissionais.

Aos eternos amigos-irmãos Patrick e Ernesto, galgamos uma caminhada juntos desde o início da graduação até hoje, é claro que cada um com suas preferências de pesquisa, mas sempre um colaborando com os demais. A amizade de vocês é incondicional, a parceria nesses mais de 10 anos de convivência foi fundamental na minha formação como biólogo e como pessoa. Obrigado sempre pela força, por muitas vezes deixar de lado as coisas de vocês pra poder me ajudar, pelos ensinamentos e ideias, pelas conversas sejam elas sérias ou não, pelas bobagens, divertimento, cachaçadas e por terem cruzado o meu caminho. Aos três mosqueteiros sucesso, e onde quer que eu esteja neste “mundo a fora”, vocês estarão sempre comigo.

Ao grande parceiro Zilio, apesar de nos últimos anos termos nos encontrado pouco, em muitos momentos foi fundamental, seja em campo, seja na elaboração e execução de projetos paralelos, seja pelas conversas e churrascos em Arroio Teixeira, ou pelas cervejas nos bares da vida.

Aos também amigos-irmãos Afonso e Sandro, colegas do Colégio Americano, pela grande parceria de mais de 25 anos. A simples amizade de vocês já é o suficiente, pois ela é única, sincera e incontestável. Mesmo não entendendo muito o significado do meu trabalho com borboletas, sempre mostraram preocupação e interesse com o mesmo.

A confraria entomológica (intelecto-etífica) do bar do Vitório: aos amigos entomólogos Cristiano Schwertner, Luciano Moura e Milton, pelos grandes momentos onde periodicamente podíamos desopilar o estresse do dia-a-dia ao final da tarde, através de conversas informais e descontraídas, trocas de ideias, discussões profissionais, futebolísticas e políticas, sempre regadas, é claro, com uma boa cerveja. Espero que a confraria e a amizade durem por muito tempo.

Aos famosos, lendários e sempre bem falados monitores de Ecologia de Populações e Comunidades da segunda (banda padre), terceira e quarta gerações da Professora Sandra Hot: Dedé, Jan, Luis Gustavo, Ernesto, Patrick, Leandro, Juan, Régis, Lu Fusinato, Gui Seger, Fê e Marcão Golden Boy. A convivência com todos sempre foi ótima, muitas risadas, muito aprendizado, muita dedicação a professora Sandra e a disciplina, e é claro “mangolices” extremas. Só quem conhece e convive, ou conviveu, sabe o que isso significa!

Aos colegas e ex-colegas dos laboratórios de Entomologia Sistemática e Morfologia e Comportamento de Insetos, pelos projetos em parceria, por dividir angústias e a tensão que só um

Pós-Graduação pode oferecer, e pelas saídas. Agradeço especialmente a Cristiano Schwertner, Jorge, Augusto, Lu Weiler, Vivi, Carol Greve, Dênis, Danessa, Josielma, Kim, Ábner e Darli.

Aos colegas e ex-colegas do laboratório de Ecologia de Insetos. Desde os primórdios quando fui muito bem recebido, até os dias de hoje. Muitos não seguiram com a linha de pesquisa e tomaram rumos diferentes, mas não são menos importantes. Em especial a Alessandra, Eduardo Honey Boy, Ernestinho, Celson Cookie Man, Priscila, Sofia, Luquete (Lucas Kaminski), Ostília, Mali (Marina), Hosana, Kbcinha (Adriano), Tina, Marta, Fabi, Carmem Flores (Mel), Ana Luiza (Garota Verão de São Francisco de Assis), Chambão (Dani), Jéssica Burns (Jessie), Cris Soneca, Cris Pequeninha (Xoxó para os íntimos), Lidi Toquinha, Vanessinha Blecaute, Gérson, Lulu (Luisa), Fernandinha e Andresito. A todos pela parceria, pelas festas, pelos trabalhos, pela colaboração e pelo maravilhoso e divertido convívio em campo e em laboratório.

A todos os colegas que auxiliaram nas amostragens ao longo das saídas de campo, sem essa mão tudo ficaria mais complicado: Tina, Jessie, Cris Pequeninha, Mel, Lidi, Zilio, Daniel, Marina, Lucas, Adriano, Patrick, Carol Zank, Ernesto, Cris Soneca, Ostília, Simoninha e Raque, valeu pela força. Só quem vai pro campo sabe o quanto uma ajuda é fundamental, e que na hora do perrengue somente os verdadeiros campeiros se dispõem a colaborar.

Ao Lucas e Adriano Callaveri? Cavvalieri? Caraveli? Não pessoal, Cavalleri!!!! Grandes amigos e entomólogos natos, me auxiliaram desde sempre em campo, em laboratório, na identificação de exemplares, e incentivando meu trabalho. A parceria de vocês sempre foi ótima, as colaborações fundamentais, as viagens, as festas e trocadilhos serão eternamente lembrados, sempre terei as melhores recordações de vocês dois.

Aos meus grandes amigos e colegas de laboratório Chambão e Jessie, parceiros pra vida toda, excelentes borboletólogos e ótimos companheiros de campo. Espero sempre contar com vocês, e espero que possamos colaborar cada vez mais, e quem sabe um dia tornar realidade nossos sonhos de pesquisa com borboletas... Agradeço a atenção dispensada, o auxílio de campo inestimável, as conversas e discussões, e é claro, as bobagens de sempre, os churrascos e cachaçadas intermináveis através da famosa e eterna “saideira”, e a fidelidade da amizade de vocês.

Ao Professor e amigo Leandro Duarte da Silva, pelas inúmeras dicas e sugestões estatísticas, pelo auxílio fundamental, pela didática e paciência no desenvolver das análises deste trabalho, pela parceria nas saídas de Ecopop, e pelas cervejadas.

Ao amigo Fernando Caixa D'água pelas sugestões de análise, pela disponibilidade e auxílio na invenção e elaboração da metodologia de fotografias de dossel e sub bosque relativas as áreas de estudo, e a participação nas duas últimas saídas de campo na FLONA e em Maquiné.

Aos meus queridos amigos, colegas e co-orientados Jessie, Cris Pequeninha, Vanessinha, Marina, Lidiane e Pamela. Vocês foram as minhas primeiras cobaias oficiais no campo da orientação, e valeu muito a pena. Além de tentar passar um pouco do conhecimento adquirido na minha formação, aprendi muito com vocês também. Essa troca e a convivência foram certamente muito gratificantes para mim.

Às queridas e inesquecíveis amigas Priscilinha, Sofia, Marina, Hosana, Aninha Luiza, Mel, Fabi - mesmo distantes - e Carol Zank, Lidi, Cris Pequeninha e Soneca que foram e são muito importantes para mim, pelos bons momentos vividos e pela ajuda desde sempre. Pessoas como vocês é difícil de encontrar. Certamente estarão sempre na lembrança e no coração do véio.

À grande amiga Ostilia, única sobrevivente da velha guarda das borboletas do LEI, colaboramos desde 2001, mas principalmente de 2003 em diante. Sempre extremamente organizada, alegre, divertida, companheira, ajudou muito nas minhas amostragens, desde a derrubada da mata para a abertura de trilhas, até as compras de supermercado e as amostragens propriamente ditas.

À professora Ana Beatriz da UFSM, parceira de projetos de pesquisa e saídas de campo, sempre alegrando e divertindo o ambiente de trabalho. Agradeço a oportunidade de poder contribuir com os trabalhos do teu laboratório.

Ao professor e amigo André Freitas pela participação constante na minha vida acadêmica com borboletas, mesmo que distante. Muito do que sei sobre borboletas certamente absorvi do conhecimento infundável que o Baku tem. Admiro muito tua simplicidade, teu bom humor e tua disposição em colaborar e auxiliar no que for preciso. Com certeza ainda trabalharemos juntos.

Aos guris da UNICAMP, Márcio, Danilo e Ricky pela receptividade em Campinas, pelas discussões estatísticas e borboletísticas e oportunidade de trabalho com as borboletas na área da consultoria ambiental.

Aos Drs. André Victor Lucci Freitas, Olaf Mielke, Ronaldo Francini pelas dicas e ensinamentos transmitidos, pela identificação das espécies, e pela hospitalidade com que nos receberam em suas respectivas Universidades.

Ao Sr. Curtis Callaghan pela identificação de espécies de Riodinidae, pela troca de informações, pelo auxílio imprescindível neste trabalho e, atualmente, pela colaboração constante.

Ao Sr. Alfred Moser, pela valiosíssima e fundamental parceria, pela identificação de exemplares de Lycaenidae e pela paciência, pelos ensinamentos e por estar sempre a disposição abrindo as portas de sua casa e de seu acervo para o aprimoramento de nosso conhecimento a respeito das borboletas.

Aos funcionários da FLONA, em especial ao Marco, Adão, Cabo, Beloni e a técnica ambiental do ICMBio Edenice Brandão, por sempre nos receber muito bem, pela seriedade com que exercem seu trabalho, pela excelente administração desenvolvida nesta Unidade de Conservação e por todos os galhos quebrados ao longo dos anos de pesquisa. E ao amigo Evandrinho Flona, parceiro de futebol, de conversas furadas, pela dedicação ao ajudar tanto em campo quanto na logística ao longo do trabalho na FLONA.

À amiga Paola, exemplo de bióloga e excelente profissional da SEMA-RS, pela permissão de pesquisa na região de Maquiné, pelo auxílio logístico de campo e pela disponibilidade.

Ao Seu Matias e Dona Leonira, pela receptividade em Maquiné, pela ajuda em todos esses anos, desde a época do mestrado até o final das amostragens do doutorado. A simplicidade, alegria de viver e preocupação deles com nossa equipe de campo foram notáveis e são indescritíveis.

Aos funcionários da FEPAGRO e ao Sisino por permitirem a realização das amostragens de campo em suas áreas em Maquiné.

À Vivi Ferro e a Rosvita pelas inúmeras dicas, pela disponibilidade em ajudar no que fosse preciso e pela indicação e empréstimo de bibliografias.

Pode parecer exagero, mas não é. Agradeço a Volkswagen pela criação do modelo popular mais aguerrido e forte da categoria, o Gol. Sem este carro, as amostragens de campo e, por conseqüência, este trabalho nunca teriam se concretizado. Superou todos os obstáculos das estradas precárias da região estudada permitindo muitas vezes o acesso a locais muito distantes e praticamente intransponíveis. Grande Tinky Winky (uvinha), não tá morto quem peleia!!!

À família Silva, em nome de Ione e José Antônio, pela acolhida dentro de sua casa, pessoas sempre preocupadas com o trabalho em si, auxiliando no que fosse necessário, sempre atentos a questões ambientais e a preservação da natureza.

À minha família, principalmente ao meu irmão Daniel Sebastian, simplesmente por ser meu irmão, e se não ajudou também não atrapalhou, e ao meu padrinho Rodrigo, pelo incentivo profissional, amizade e exemplo de biólogo que eu levo comigo.

Aos meus pais, Lenora e Raul, pelo suporte emocional e financeiro, pelo amor, pela educação, dedicação, por muitas vezes deixarem seus compromissos em detrimento aos meus, pelo incentivo nas minhas escolhas profissionais desde sempre, por agüentar eventuais rabugices, pela paciência, e desculpem a ausência em muitas ocasiões e eventos importantes (entre elas aniversários). Sem vocês eu não sou ninguém.

À Titina, obrigado por tudo. Pela força, ideias, alto astral, palhaçadas, ajuda, paciência, dedicação, companheirismo, cumplicidade, carinho e amor incondicional. Ao mesmo tempo guria e mulher, minha amiga, meu chão, meu porto seguro. Tua presença, teu sorriso, tua alegria desde o início deste doutorado fizeram com que este trabalho e minha vida fossem mais coloridas, com mais brilho, mais graça, e só assim consegui chegar aonde cheguei. Gosto muito de ti, que bom que apareceste na minha vida. Quando for tua vez, espero retribuir da mesma forma.

À Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, tão castigada e ameaçada, mas que por ainda ser um bioma rico, único e espetacular, abriga com todo o cuidado uma grande diversidade de borboletas, os seres mais incríveis, simpáticos e fabulosos do reino animal.

SUMÁRIO

RESUMO	xi
1. INTRODUÇÃO	01
1.1. Apresentação	02
1.2. Estado da arte das borboletas do Rio Grande do Sul	02
1.3. Conservação de borboletas	07
1.4. Gradientes ambientais	08
1.5. Floresta Atlântica	13
1.5.1. Floresta Ombrófila Densa	14
1.5.2. Floresta Ombrófila Mista	16
1.6. Hipóteses de trabalho.....	18
2. OBJETIVOS	19
2.1. Geral	20
2.2. Específicos	20
3. RESULTADOS GERAIS	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
5. ARTIGOS	38
5.1. Artigo 1 - Novos registros de borboletas (<i>Lepidoptera</i>) para a Floresta Atlântica do Vale do Rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil	39
Introdução	40
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	42
Agradecimentos	44
Referências Bibliográficas	44
5.2. Artigo 2 - Borboletas (<i>Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea</i>) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil	52
Introdução	53
Material e Métodos	55
Área de estudo	55
Amostragem	55
Análise dos dados.	55
Resultados e Discussão	56
Agradecimentos	58
Referências Bibliográficas	59

5.3. Artigo 3 - Padrões de sazonalidade da assembléia de borboletas em uma região de Floresta Atlântica subtropical no sul do Brasil	74
<i>Introdução</i>	75
<i>Material e Métodos</i>	77
<i>Área de estudo</i>	77
<i>Amostragem</i>	79
<i>Análise dos dados.</i>	79
<i>Resultados</i>	80
<i>Discussão</i>	83
<i>Agradecimentos</i>	89
<i>Referências Bibliográficas</i>	89
5.4. Artigo 4 - Padrões de diversidade de borboletas em diferentes estágios sucessionais em duas fisionomias da Floresta Atlântica do sul do Brasil	106
<i>Introdução</i>	107
<i>Material e Métodos</i>	109
<i>Área de estudo</i>	109
<i>Caracterização dos ambientes</i>	110
<i>Amostragem</i>	111
<i>Análise dos dados</i>	111
<i>Resultados</i>	113
<i>Discussão</i>	117
<i>Agradecimentos</i>	122
<i>Referências Bibliográficas</i>	123
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
7. APÊNDICES	143

Resumo

Este trabalho analisou espaço-temporalmente a assembléia de borboletas em três diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul em relação à perturbação antrópica e diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação. O estudo foi desenvolvido na região do Vale do rio Maquiné (29°35'S 50°16'W GR) e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) (29°24' S 50°22' W). Foram realizadas expedições a campo, duas por estação, para cada localidade (32 no total), de março de 2006 a março de 2008. Em cada local, foram amostradas duas transecções em ambiente aberto (matas perturbadas e alta luminosidade); duas em ambiente intermediário (matas em estágio inicial/intermediário de desenvolvimento) e duas em ambiente fechado (matas em estágio intermediário/final de desenvolvimento e baixa luminosidade), somando 12 transecções. Foram geradas listagens de espécies para as Florestas Ombrófila Densa e Mista e avaliada a sazonalidade nas áreas de estudo, além da influência de fatores ambientais nos diferentes tipos de ambientes. Os resultados foram obtidos através da riqueza de espécies (S), abundância (N), equitabilidade, índices de diversidade e de dominância, estimadores analíticos de riqueza de espécies e análises multivariadas. Em um total de 1000 horas-rede, foram registrados 16400 indivíduos, distribuídos em 393 espécies de borboletas (330 espécies para Maquiné e 246 para a FLONA). Foram encontrados 109 e 139 novos registros de borboletas para a Maquiné e FLONA, respectivamente, e 45 novas ocorrências para o Estado. A região de Floresta Ombrófila Densa mostra-se bem mais rica e com maior abundância do que a Floresta Ombrófila Mista. Os dois locais compartilham 183 espécies de borboletas, enquanto Maquiné possui 147 exclusivas e a FLONA, 63. Foi verificada sazonalidade nas fisionomias de Floresta Atlântica, que afetou S e N, e o efeito das estações do ano diferiu entre as localidades. A interação entre sítios e estações para tais parâmetros e para composição de espécies mostra que as estações são eventos dependentes dos sítios, e que o padrão temporal de distribuição das famílias e subfamílias são moldados pelos atributos dos mesmos. Maquiné apresenta dois picos de riqueza e abundância e há uma forte relação entre o verão e o outono, além de uma persistência maior das espécies de borboletas ao longo de todas as estações, inclusive no inverno. Na FLONA o mesmo não ocorre, as estações do ano são mais marcadas e distintas entre si, onde cada uma delas parece possuir características peculiares. O inverno é significativamente diferente das demais estações em riqueza e abundância em ambas as localidades, gerando baixos valores de diversidade e número de espécies exclusivas. Os ambientes abertos foram os mais ricos e abundantes nas duas localidades, seguidos dos intermediários e fechados. As curvas de suficiência amostral permaneceram com inclinação ascendente e esta inclinação foi mais marcada para a região de Maquiné do que para a FLONA, e para os ambientes abertos do que para os fechados, de uma maneira geral. Os estimadores analíticos de riqueza indicam que os ambientes de Maquiné possuem uma quantidade maior de espécies ainda a serem acrescentadas. Riqueza e abundância foram significativamente afetadas pelo tipo de ambiente ($P < 0,001$), e a equitabilidade não, sendo temperatura e altitude preponderantes para S e N. Ambientes abertos foram representados por espécies comuns, de ampla distribuição geográfica na Floresta Atlântica, e as matas fechadas indicam a presença de espécies mais associadas à microhabitats de interior de florestas. Para a realização de inventários rápidos com o objetivo de fornecer uma descrição geral da assembléia de borboletas de determinado local, após dois anos de amostragem nestas diferentes fisionomias de Floresta Atlântica, sugere-se que os esforços sejam concentrados entre o verão e o início do outono, época de maior riqueza e abundância de grande parte das famílias de borboletas no Rio Grande do Sul.

1. Introdução

Introdução

1.1. Apresentação

O presente trabalho será apresentado na forma de artigo, conforme a resolução nº 23/2009, artigo 43, parágrafo único do Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da UFRGS. A primeira parte trata de uma introdução geral abordando de maneira ampla o assunto a ser tratado ao longo da tese, a descrição geral dos objetivos, bem como uma rápida síntese dos principais resultados obtidos. A segunda parte trata sobre os artigos desenvolvidos, sendo que os dois primeiros apresentam as listagens de espécies de borboletas registradas nas áreas de estudo (Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista) ao longo das amostragens, e ambos manuscritos foram submetidos para publicação na *Biota Neotropica*. O terceiro e quarto artigos tratam da parte analítica do trabalho, avaliando, respectivamente (i) a sazonalidade e distribuição temporal das assembléias de borboletas da região subtropical da Floresta Atlântica e (ii) a estrutura e composição destas assembléias em diferentes ambientes de Floresta Ombrófila Densa e Mista no Rio Grande do Sul. Tais artigos serão submetidos para publicação em periódicos internacionais. A última parte apresenta as conclusões gerais e mais importantes do conjunto de toda a tese.

1.2. Estado da arte das borboletas do Rio Grande do Sul

Os primeiros registros publicados da fauna de borboletas do Rio Grande do Sul são provindos do século XIX através dos trabalhos históricos de WEYMER (1894) e MABILDE (1896), com descrições gerais da fauna de borboletas, centradas principalmente na região da “encosta sul da Serra Geral, em montanhas localizadas atrás dos morros de Porto Alegre” (WEYMER 1894). Na primeira metade do século XX, mais precisamente entre as décadas de 1930 e 1960, foram realizados os estudos do Professor Ceslau Biezanko com a fauna de borboletas ocorrentes no município de Pelotas e seus arredores, no município de Rio Grande e nas zonas Sueste e Missioneira do Rio Grande do Sul (BIEZANKO & FREITAS 1938, BIEZANKO & SETA 1939, BIEZANKO 1949, 1958, 1959a, b, c, 1960a, b, c, d, e, 1963).

Ao longo da década de 1970 foram publicadas contribuições aos estudos taxonômicos das espécies de HesperIIDae e Riodinidae no Estado (BIEZANKO & MIELKE 1973, BIEZANKO *et al.* 1978), e o inventário da fauna de Papilionidae e Pieridae na região de Santa Maria (LINK *et al.* 1977). A partir de 1980, MIELKE (1980a, b) finalizou o compêndio de ocorrência de HesperIIDae através de listagens complementares das espécies desta família de borboleta no Rio Grande do Sul. A influência do gradiente de urbanização na composição e distribuição de borboletas do município de Porto Alegre foi estudada por RUSZCZYK (1986a, b) e RUSZCZYK & ARAÚJO (1992).

Entre o final da década de 1990 e início do século XXI, houve diversos estudos envolvendo as espécies de borboletas de Papilionidae, Pieridae e Nymphalidae ocorrentes no Rio Grande do Sul, através de revisões tanto de trabalhos publicados com estas famílias quanto de coleções científicas (TESTON & CORSEUIL 1998, 2000a, 2001, 2002a, 2008a, b, c, TESTON *et al.* 2006). Mais recentemente, as borboletas do Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN), pertencente à Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS), foram estudadas através do grupo de pesquisa do Professor Élio Corseuil. Foram realizados inventários das famílias Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae e Lycaenidae no CPCN, incluindo áreas de Floresta Ombrófila Mista e Campos de Altitude (TESTON & CORSEUIL 1999, 2000b, 2002b, CORSEUIL *et al.* 2004).

DI MARE & SCHWARTZ (2001) analisaram a diversidade de papilionídeos em sete comunidades de Santa Maria e posteriormente, DI MARE *et al.* (2003) listaram as espécies de *Adelpha* Hübner, 1819 ocorrentes no Rio Grande do Sul. KRÜGUER & SILVA (2003) listaram as espécies de Papilionoidea ocorrentes nos municípios de Pelotas, Capão do Leão e Morro Redondo, através de amostragens a campo e de revisões dos trabalhos publicados por Ceslau Biezanko. QUADROS *et al.* (2004) investigaram a fauna de Nymphalidae ocorrente em uma área bem abrangente no norte da planície costeira do Estado, incluindo os municípios de Terra de Areia, Maquiné, Torres, Dom Pedro de Alcântara, Três Cachoeiras, Três Forquilhas, Arroio do Sal, Tramandaí e Capão da Canoa. MORAIS *et al.* (2007) compilaram dados sobre a fauna de borboletas

do sul da América do Sul, avaliando a ocorrência e distribuição de borboletas no Rio Grande do Sul, Argentina e Uruguai. GIOVENARDI *et al.* (2008), elaboraram uma listagem de espécies e avaliaram a diversidade de borboletas da região de Frederico Westphalen, no Alto Uruguai.

Pesquisadores da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob a coordenação da Professora Ana Beatriz Barros de Moraes, vem trabalhando com a fauna de borboletas desta região e arredores, já havendo contribuído com estudos em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria (DESSUY & MORAIS 2007), inventários no Campus da UFSM (SACKIS & MORAIS 2008), de visitantes florais no jardim botânico do mesmo município (LEMES *et al.* 2008) e de diversidade em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, nos municípios de Mormaço e Soledade (RITTER 2008). Recentemente, foi realizado um inventário de borboletas em mata ciliar e campos no Parque Natural Municipal de Uruguaiana, extremo sudoeste do bioma Pampa (ROSA 2009), o estudo da diversidade e composição de borboletas frugívoras dos Campos de Cima da Serra, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em uma propriedade particular (PEDROTTI 2009), e o inventário de borboletas em dois fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, próximos a Universidade Regional Integrada, no município de Frederico Westphalen (BONFANTTI *et al.* 2009).

O presente estudo faz parte do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul” que vem sendo desenvolvido desde 1996, coordenado pela Professora Helena Piccoli Romanowski, no Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Este Programa vem realizando inventários e análises de diversidade de borboletas ocorrentes em diversos tipos de ecossistemas característicos do Estado, sobretudo em áreas de preservação, com o objetivo de identificar padrões de ocorrência e distribuição da fauna de borboletas, além de fornecer subsídios para a conservação desses organismos e dos ambientes aos quais se associam. Uma das diretrizes centrais do Programa é a utilização de metodologia de campo rigorosa e padronizada, visando análises faunísticas comparativas no tempo e no espaço.

Dentro do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul” foram realizados até o momento estudos de diversidade (i) em áreas verdes e parques públicos com diferentes graus de urbanização

no município de Porto Alegre (TEIXEIRA *et al.* 1999, CAMARGO 2006); (ii) em diferentes ambientes no Parque Estadual de Itapuã, município de Viamão (SCHANTZ 2000, TEIXEIRA 2003, MARCHIORI 2003, MARCHIORI & ROMANOWSKI 2006a); (iii) no Parque Estadual do Turvo, município de Derrubadas (SCHANTZ 2000); (iv) em talhões de eucalipto com diferentes idades e em formações nativas no Horto Florestal Barba Negra, no município de Barra do Ribeiro (ANTUNES 2000, TEIXEIRA 2000); (v) ao longo de um gradiente altitudinal na Floresta Atlântica, município de Maquiné (ISERHARD 2003, ISERHARD & ROMANOWSKI 2004); (vi) em diferentes ambientes na Reserva Biológica do Lami, município de Porto Alegre (TEIXEIRA 2005); (vii) em áreas de restinga e mata paludosa no Parque Estadual de Itapeva, município de Torres (ISERHARD *et al.* 2005); (viii) em áreas de campo e mata ciliar na Serra do Sudeste, municípios de Canguçu e Caçapava do Sul (PAZ 2005, PAZ *et al.* 2008); (ix) no Parque Natural do Morro do Osso, em Porto Alegre (CASTRO 2006); (x) em mata ciliar e savana parque no Parque Estadual do Espinilho, no município de Barra do Quaraí (MARCHIORI & ROMANOWSKI 2006b); (xi) com a guilda de borboletas frugívoras através do uso de armadilhas atrativas em Floresta Ombrófila Densa, município de Maquiné (TEIXEIRA 2008); (xii) nos morros graníticos de Porto Alegre, em ambientes de mata e campo (CASTRO 2008); (xiii) na Floresta Nacional de São Francisco de Paula e arredores, município de São Francisco de Paula (GRAZIA *et al.* 2008, QUADROS 2009, ROMANOWSKI *et al.* 2009); (xiv) avaliação da composição e distribuição de Papilionidae através de uma compilação de dados oriundos do Programa “Borboletas do Rio Grande do Sul” (SANTIAGO 2009).

Atualmente estão sendo desenvolvidos projetos de diversidade de borboletas, incluindo: (i) avaliação da fauna de borboletas ao longo do dia em ambientes de Floresta Ombrófila Mista (Floresta Nacional de São Francisco de Paula) e Restinga (Parque Estadual de Itapuã); (ii) estudo da estrutura e composição de borboletas frugívoras em diferentes ambientes de Floresta Ombrófila Mista (SANTOS *et al.* 2008).

SANTOS *et al.* (2008) citam o Rio Grande do Sul como um dos Estados brasileiros mais bem amostrados com relação a fauna de borboletas, e sugerem que o Estado apresenta baixa prioridade para a realização de inventários e, ainda, que o bioma mais conhecido e descrito em literatura corresponde aos campos sulinos (Pampa). Muito provavelmente parte deste compêndio elaborado pelos autores supracitados foi adquirida através dos trabalhos desenvolvidos por Biezanko e colaboradores. Portanto, apesar de serem inegavelmente importantíssimos para o conhecimento histórico da fauna de borboletas do Rio Grande do Sul, estes se encontram desatualizados e não representam a realidade das borboletas para o Estado, além de na maioria das vezes não haver sequer a menção de locais de coleta contemplados. Um exame atencioso revela que estes ambientes praticamente não tem sido amostrados, existindo importantes lacunas no que diz respeito tanto aos campos sulinos da região central e fronteira oeste do Rio Grande do Sul, quanto aos Campos de Cima da Serra na região norte e nordeste do Estado. Desta forma, LAMAS (2008) coloca que “os especialistas em ropalóceros afirmam ser este um grupo muito bem estudado, porém isso não significa, de forma alguma, que eles estejam, todavia, ‘bem’ investigados”, o que se encaixa perfeitamente com a situação de determinadas regiões do Estado do Rio Grande do Sul.

O presente estudo baseia-se em um primeiro trabalho desenvolvido na região do Vale do Rio Maquiné (ISERHARD 2003), onde foi amostrada a assembléia de borboletas de uma região de Floresta Ombrófila Densa, obtendo (i) uma listagem de espécies (ISERHARD & ROMANOWSKI 2004) e (ii) uma análise preliminar da assembléia de borboletas ao longo de um gradiente altitudinal. Como primeiro resultado, um total de 292 espécies de borboletas foram listadas para estes locais da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, entre as quais sete espécies consideradas raras e/ou indicadoras de ambientes preservados e 42 novos registros de borboletas para o Estado.

Os dados adquiridos ao longo dos anos de desenvolvimento do Programa “As Borboletas do RS”, vêm formando gradativamente uma base para avaliar esta fauna em nível mais amplo e detalhado. Este trabalho propõe-se a avaliar as borboletas da Floresta Atlântica, buscando analisar as variáveis ambientais que se apliquem para a região Sul e ampliar o conhecimento das borboletas

deste bioma no Rio Grande do Sul. Pretende-se verificar padrões mais abrangentes da distribuição das espécies e da composição e variação das assembléias através de diferentes unidades fisionômicas, desde a Serra Geral até os Campos de Cima da Serra.

1.3. Conservação de Borboletas

Habitats e espécies estão desaparecendo em uma taxa jamais vista (THOMAS *et al.* 2004, HOEKSTRA *et al.* 2005). Esta perda se deve, principalmente, ao rápido crescimento econômico, associado às mudanças climáticas, intensificação da agricultura, urbanização e industrialização (PARMESAN *et al.* 2000, WHITTAKER 2001). Paisagens modificadas pela ação humana podem aumentar a diversidade do habitat resultando em uma alta riqueza de espécies de certos grupos de organismos, muitas vezes maior do que em ambientes menos perturbados, indicando que a simples contagem de espécies pode não refletir a qualidade do habitat (WELLER & GANZHORN 2004).

Muitos autores têm defendido o estudo da conservação utilizando comunidades, abordando taxa conhecidos, que fornecem uma avaliação rápida e uma resposta direta (DAILY & EHRLICH 1995, HUGHES *et al.* 2000). Devido a rapidez com que os impactos antrópicos ocorrem em escala espacial e temporal, são necessários métodos de escolha de espécies ou assembléias de espécies para estabelecer prioridades de conservação e monitoramento (KREMEN 1992).

Os lepidópteros compõem a segunda maior ordem animal, apresentando entre 146.000 (HEPPNER 1991) e 180.000 (LAMAS 2008) espécies descritas. No Brasil ocorrem aproximadamente 71 famílias de lepidópteros, englobando mais de 26.000 espécies descritas, metade das conhecidas na Região Neotropical. Entre estas, cerca de 3280 são espécies de borboletas (BECCALONI & GASTON 1995, BROWN & FREITAS 1999), um dos grupos de invertebrados mais estudados e conhecidos (BROWN 1991, HARDING *et al.* 1995). Para o Rio Grande do Sul, pelo menos 769 espécies já foram registradas (MORAIS *et al.* 2007), mas acredita-se que este número possa chegar a mais de mil.

As borboletas pertencem às superfamílias Papilionoidea e Hesperioidea e caracterizam-se por apresentar antenas claviformes, subdividindo-se em seis famílias: Hesperidae, Papilionidae,

Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae. São insetos terrestres, holometábolos, de hábito diurno e, em geral, mastigadores de material vegetal no estágio larval e sugadores de líquidos na fase adulta (BROWN & FREITAS 1999). Habitam quase todos os ecossistemas naturais da Terra e são indicadores altamente informativos da qualidade ambiental (FREITAS *et al.* 2003). São consideradas taxa “guarda-chuva”, sendo que sua preservação pode assegurar a de outros organismos que habitem os mesmos ambientes e dependam de requisitos similares (NEW 1997).

A observação de borboletas é relativamente simples e pode ser realizada, muitas vezes, sem a necessidade de coleta, o que torna esta metodologia útil para planejamentos e administração de reservas naturais, estudos de conservação e ecológicos (BROWN 1992, HARDING *et al.* 1995, BROWN & FREITAS 1999, MOTTA 2002).

A história natural de borboletas é bem conhecida quando comparada a outros grupos de insetos neotropicais (DEVRIES 1987, NELSON & ANDERSEN 1994). Além disso, (i) são relativamente fáceis de encontrar e avaliar em campo em curtos períodos de tempo, (ii) apresentam um grande número de espécies diversificadas e abundantes e (iii) são taxonomicamente tratáveis, por ser um grupo de sistemática relativamente bem conhecida na região neotropical. Além disso, por serem sensíveis a distúrbios são consideradas um grupo indicador da qualidade ambiental (BROWN 1991, BECCALONI & GASTON 1995, BROWN 1996, DEVRIES *et al.* 1997; NEW 1997, LEWIS *et al.* 1998, SIMONSON *et al.* 2001). Desta forma, estudos envolvendo borboletas e abrangendo ambientes perturbados, áreas de preservação e seu entorno, contribuem para avaliar a efetividade da conservação.

1.4. Gradientes Ambientais

A maioria dos padrões de diversidade de espécies pode ser explicada em termos de gradientes ambientais (GASTON 1996, BEGON *et al.* 2006). A análise da diversidade, riqueza e composição de espécies de insetos da região neotropical e o entendimento da dinâmica destas comunidades ao longo de gradientes envolvendo localidades distintas, aliada a estudos de perturbação ambiental, é de fundamental importância para planejamentos de monitoramento ambiental e conservação.

Existe um número de fatores que podem ser determinantes na riqueza e composição de espécies de uma comunidade, e estes são de diferentes tipos. Talvez os mais importantes sejam os fatores referidos como “geográficos”, tais como latitude e altitude (BEGON *et al.* 2006). Porém, cabe ressaltar que existem muitas outras variáveis que mudam com latitude e altitude e que podem da mesma maneira exercer efeitos nestas comunidades, sendo incluídas em um grupo secundário que apresentam uma tendência a se correlacionarem com tais fatores geográficos (BEGON *et al.* 2006). Estes podem ser a produtividade e heterogeneidade espacial do ambiente, variações climáticas e distúrbios ambientais, como a ação antrópica e diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação.

Ambientes que possuem uma maior heterogeneidade espacial tendem a acomodar mais espécies, pois os mesmos contêm uma grande variedade de microhabitats e um gama maior de microclimas (BEGON *et al.* 2006). Tanto fatores abióticos (microclimas) quanto a estrutura e diversidade da comunidade de plantas em determinado ambiente podem se relacionar com a riqueza de espécies animais, em especial a de borboletas, que possuem relação forte e direta com o microhabitat ao qual estão associadas.

GRILL & CLEARY (2003) investigaram padrões de diversidade e abundância de borboletas em diferentes habitats de uma reserva natural na Grécia e sua associação com gradientes de impacto antrópico. Evidenciou-se que ambientes mais preservados próximos a locais com técnicas agropecuárias tradicionais e com baixa intensidade suportaram uma maior diversidade e abundância de borboletas, enquanto que um gradiente maior de perturbação com agricultura intensiva apresentaram espécies dominantes e comuns.

HILL *et al.* (1995) avaliaram a abundância e riqueza da comunidade de borboletas em florestas com corte seletivo e sem corte seletivo na Indonésia. Os resultados indicaram que a comunidade de borboletas apresenta-se mais rica, abundante e equitativamente melhor distribuída em ambientes com mata preservada sem corte seletivo. Da mesma forma, este estudo indicou que, conforme o gradiente de perturbação aumenta, há uma marcante redução na diversidade destes animais.

HAMMOND & MILLER (1998) avaliaram a diversidade de Lepidoptera em três ecossistemas florestais com diferentes tipos de vegetação no Oregon e em West Virginia (EUA). Foi constatado que a riqueza e abundância de lepidópteros foi maior no ambiente florestado mais denso e preservado (com angiospermas), seguido do ambiente dominado por herbáceas e por último a floresta de coníferas.

KITAHARA (2004) avaliou a composição da comunidade de borboletas em uma floresta primária no Monte Fuji, Japão. Constatou que a assembléia de borboletas possui associações fortes com ambientes mais preservados, onde ambientes perturbados possuíram menor diversidade e maior riqueza de espécies generalistas. Fatores físicos foram mais correlacionados com a composição das espécies de borboletas do que fatores biológicos, e os diferentes microclimas estudados parecem ser determinantes para a assembléia de borboletas do Monte Fuji.

Provavelmente o gradiente de riqueza de espécies mais conhecido é o aumento que ocorre dos pólos em direção aos trópicos. Muitas considerações tem sido feitas para tentar explicar a tendência geral do gradiente latitudinal sobre a riqueza de espécies (GASTON 1996, BEGON *et al.* 2006). A riqueza das comunidades tropicais tem sido atribuída à grande intensidade de predação, onde os inimigos naturais funcionariam como um fator chave para a manutenção da diversidade nos trópicos, pois a predação reduziria a importância da competição permitindo maior sobreposição de nicho e conseqüente maior riqueza. Outro fator seria a maior produtividade dos trópicos em relação aos pólos (BEGON *et al.* 2006). Um terceiro fator é a variação climática existente entre as regiões temperadas e tropicais, possuindo os trópicos uma estabilidade climática maior enquanto que em zonas temperadas há uma variação de temperatura muito acentuada com sazonalidade altamente pronunciada (BEGON *et al.* 2006).

Gradientes altitudinais restringem a distribuição espacial e temporal de muitos organismos (FLEISHMAN *et al.* 1998). Análises de como as mudanças altitudinais afetam a diversidade, abundância e composição de espécies e influenciam na estrutura de comunidades podem prover

informações importantes sobre os mecanismos de limitação ambiental na distribuição dos organismos (SANCHEZ-RODRIGUES & BAZ 1995).

Existem duas hipóteses para a distribuição e composição de espécies de borboletas ao longo de gradientes altitudinais. A primeira sugere um declínio na riqueza de espécies com o aumento da altitude (HEBERT 1980, RANDALL 1982, LAWTON *et al.* 1987, WOLDA 1987, SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995, GUTIÉRREZ 1997, GUTIÉRREZ & MENÉNDEZ 1998, LEWIS *et al.* 1998, FLEISHMAN *et al.* 2000), devido a modificações com a elevação, tanto em variáveis abióticas quanto em variáveis bióticas (HEBERT 1980, LAWTON *et al.* 1987, WOLDA 1987, SPITZER *et al.* 1993, SANCHEZ-RODRIGUEZ & BAZ 1995, FLEISHMAN *et al.* 1998, KOCHER & WILLIAMS 2000). Já a segunda hipótese propõe um pico de riqueza em altitudes intermediárias (JANZEN *et al.* 1976, JANZEN 1987, GUTIÉRREZ 1997, FLEISHMAN *et al.* 1998, PYRCZ & WOJTUSIAK 2002).

No trabalho de WOLDA (1987), realizado na Costa Rica, a amostragem realizada com várias ordens de insetos em um gradiente altitudinal de 100 a 2200 metros e com diferentes graus de antropização resultou em um decréscimo tanto na abundância quanto na riqueza de espécies com o aumento da elevação. Da mesma forma foi constatado que, ao longo dos gradientes, onde a perturbação antrópica era maior a diversidade de insetos era menor.

LEWIS *et al.* (1998) ao realizarem um trabalho na Indonésia com borboletas endêmicas de Grande Comore, levando em conta também gradientes de altitude, observaram que em todas as categorias de habitats florestais contemplados houve um decréscimo na riqueza de espécies endêmicas com a elevação, o que reflete um decréscimo na abundância geral de indivíduos destas espécies. Em estudo realizado por FLEISHMAN *et al.* (2000) em duas montanhas adjacentes em Great Basin, Nevada (EUA), foi evidenciado que gradientes montanos específicos com severidade climática contribuem para gradientes altitudinais distintos em riqueza de espécies de borboletas. Apesar disso, a riqueza da fauna está relacionada não apenas com a altitude, mas sim com uma gama de outras variáveis agrupadas em fatores bióticos e abióticos. Segundo o trabalho de FERNANDES *et al.* (1997) com padrões de riqueza de insetos em gradientes altitudinais em Minas

Gerais, existem variações nítidas de temperatura e umidade ocorrendo naturalmente ao longo de gradientes altitudinais, influenciando marcadamente a distribuição e zonação de espécies da fauna e da flora. GUTIÉRREZ & MENÉNDEZ (1998) descrevem que um aumento na elevação resulta em um decréscimo da temperatura do ar, fator este que afeta diretamente a atividade das borboletas.

SIMONSON *et al.* (2001) avaliaram a diversidade de borboletas ao longo de um gradiente de altitude no Colorado, EUA, enfocando a comparação da fauna de borboletas com diferentes tipos de vegetação e as espécies de plantas vasculares presentes na área de estudo. Constatou-se uma forte correlação das borboletas com ambientes característicos de mata mais preservada, constituindo-se em locais de grande interesse para conservação. Ambientes abertos e iluminados estiveram relacionados com grande abundância de espécies de borboletas generalistas, dada sua produtividade e maior quantidade de recursos (inclusive plantas exóticas).

VAN LIEN & YUAN (2003) estudaram a resposta da comunidade de borboletas a habitats com variados graus de distúrbio em um gradiente altitudinal nas florestas tropicais do Vietnam. Os autores verificaram que comunidades de borboletas tanto em habitats com variados graus de distúrbio e altitude são diferentes em composição, abundância e diversidade. A diversidade de espécies em florestas densas e preservadas foi menor do que em florestas perturbadas e abertas, onde a grande riqueza e abundância de borboletas ocorreu em habitats com mosaico de capoeira, agricultura e áreas abertas altamente perturbadas. Em compensação a composição de espécies das florestas preservadas conteve o maior número de borboletas de hábitos especialistas e restritas a interior de mata.

De um modo geral, a riqueza nas florestas tropicais pode ser uma consequência não simplesmente da alta produtividade em diferentes faixas altitudinais, mas também da acentuada complexidade estrutural, a qual pode suportar muitas espécies de pequenos animais. Para os insetos esta afirmação é verdadeira, já que sua riqueza é maior conforme aumenta a complexidade estrutural de um ambiente (BROWN 1991, SIMONSON *et al.* 2001).

A comparação de gradientes e/ou extremos altitudinais em regiões perturbadas e preservadas é interessante do ponto de vista ecológico, já que separações podem ser feitas no que diz respeito a influência ou não da composição e estrutura da vegetação nos mesmos. Será a altitude a principal modeladora da riqueza de espécies de borboletas neste gradiente, ou a vegetação está também diretamente associada a isto? Selecionando-se duas localidades com altitudes semelhantes, mas com níveis de desenvolvimento da vegetação distintos talvez seja possível avaliar a influência destes fatores.

1.5. Floresta Atlântica

A Floresta Atlântica constitui um dos mais importantes biomas ou conjunto de ecossistemas do Brasil e até mesmo da região tropical. A relação histórica com a colonização européia no Brasil, sua importância em termos de biodiversidade (principalmente quanto a endemismos) e as práticas conservacionistas nela exercidas, têm feito esta floresta ser reconhecida em âmbito nacional e internacional. Segundo levantamento realizado pela IUCN (1991), a Floresta Atlântica é a segunda floresta mais ameaçada do planeta, atrás somente das florestas de Madagascar, no leste da África.

Em um contexto amplo, o bioma Floresta Atlântica refere-se a todo o conjunto de formações florestais extra-amazônicas, com ocorrência desde "ilhas" isoladas no interior do nordeste do Brasil, chegando até sua costa, e daí seguindo até o nordeste-norte do Rio Grande do Sul. Tal circunscrição para a Floresta Atlântica é praticamente a mesma adotada pelo Decreto nº 750/93, que dispõe sobre o uso da "Floresta Atlântica", definindo-a como "as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio Floresta Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE 1992): Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e enclaves florestais do Nordeste".

A Floresta Atlântica e seus ecossistemas associados cobriam originalmente uma área de aproximadamente 1,3 milhões de km², o que correspondia a cerca de 15% do território brasileiro, espalhados por 17 Estados, desde a costa leste de Natal (Rio Grande do Norte) até Torres/Osório

(Rio Grande do Sul) (SOS MATA ATLÂNTICA 1998, LEITE 2002). Tratava-se da segunda maior floresta tropical úmida do Brasil. Dada sua localização junto à costa do País, a constante exploração de seus recursos naturais e sua substituição por agricultura, acabou por ser dizimada em grande parte (CÂMARA 1991). Atualmente, restam apenas cerca de 9% (52.000 km²) de sua extensão original (CÂMARA 1991). Encontra-se disposta esparsamente ao longo da costa brasileira e no interior das regiões sul e sudeste, além de contar com importantes fragmentos no sul dos estados de Goiás e Mato Grosso do Sul e no interior dos estados do Nordeste (SOS MATA ATLÂNTICA 1998). No Rio Grande do Sul, a área original deste bioma era de aproximadamente 11 milhões de hectares, representando 39,7% da cobertura florestal do Estado (Fig. 1). Hoje em dia a área fica em torno de 750 mil hectares, representando apenas 2,69% da cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA 1998).

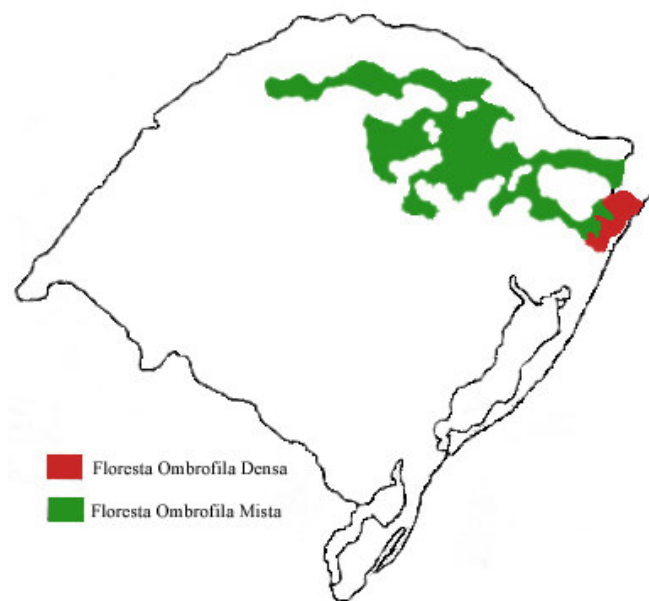


Fig. 1: Área original de Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul. Este bioma ocupava aproximadamente 40% da cobertura florestal do Estado.

1.5.1. Floresta Ombrófila Densa

A Floresta Ombrófila Densa caracteriza-se por uma cobertura florestal multiestratificada com predominância de árvores de grande porte (fanerófitas) associadas a várias outras formas biológicas, principalmente epífitas e lianas. Possui clima úmido com equilíbrio térmico, temperaturas relativamente elevadas e ausência de período seco com precipitação abundante e bem

distribuída o ano todo. As médias térmicas não são inferiores a 15°C, podendo-se registrar mais de 200 dias ao ano com médias iguais ou superiores a 20°C nas áreas mais baixas e mais setentrionais (IBGE 1992, LEITE 2002). É pertencente às formações florestais complexas do Brasil (SILVA 1987) abrangendo três formações florestais distintas, tanto em origem como em aspectos fisionômico e florístico: matas de planície litorânea; matas de encosta; e matas de altitude (RIZZINI 1997).

Segundo o Projeto RADAMBRASIL (VELOSO & GÓES-FILHO 1982), a Floresta Ombrófila Densa do Rio Grande do Sul reveste as encostas da Serra Geral e compreende as formações de Terras Baixas, Submontana, Montana e Altomontana, constituindo-se de uma vegetação heterogênea que reúne espécies nitidamente tropicais e diversos endemismos (MARCHIORI 2002).

No Rio Grande do Sul, a formação de Terras Baixas é caracterizada por possuir sedimentos quaternários de origem fluvial, marinha e lacustre, abrangendo altitudes que variam de 5 a 30 metros, incluindo o Vale do rio Maquiné. A espécie de figueira *Ficus organensis* é predominante nesta formação, podendo-se encontrar também o palmito (*Euterpe edulis*). A Floresta Submontana inclui altitudes de 30 a 400 metros, constituindo-se de uma vegetação densa, com árvores de 25 a 30 metros de altura, tais como canela-preta (*Ocotea catharinensis*), laranjinha-do-mato (*Sloanea guianensis*), peroba-vermelha (*Aspidosperma olivaceum*), baguaçu (*Talauma ovata*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), pau-mandioca (*Didymopanax angustissimum*). A Floresta Montana possui altitudes superiores a 400 metros com composição diversificada, incluindo tanheiro (*Alchornea sidifolia*), pau-óleo (*Copaifera trapezifolia*), racha-ligeiro (*Coccoloba warmingii*), canela-sassafrás (*Ocotea pretiosa*) além de muitas espécies da família Myrtaceae. Nas cristas das serras encontra-se a formação de Floresta Altomontana que reúne elementos austral-antárticos como *Weinmannia humilis*, *Drimys brasiliensis*, *Gunnera manicata* além de espécies andinas (MARCHIORI 2002).

São poucas as áreas de floresta primária remanescentes. Predominam diferentes estágios de desenvolvimento de vegetação secundária, pastagens, culturas cíclicas e permanentes, reflorestamentos (*Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.) e urbanização intensa.

1.5.2. Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista, comumente denominada de “Mata com Araucária”, constitui uma das mais importantes formações florestais do sul do Brasil, não só pela área que ocupava nesta região, mas também pelo papel que os seus recursos naturais tiveram na ocupação desta. O clima desta região é dos mais frios do país, com os maiores índices anuais de geadas noturnas, sendo o período quente anual geralmente curto ou ausente (LEITE 2002).

O termo Floresta Ombrófila Mista é adotado para a vegetação arbórea do planalto meridional brasileiro em razão do clima pluvial sem seca e da mistura de floras tropical (afro-brasileira) e temperada (austral-antártica-andina) (LEITE 2002) com um significado ecológico relevante, resultante da latitude meridional combinada com a altitude do planalto, situação esta única na Região Neotropical (LEITE & KLEIN 1990). A área de distribuição natural da Floresta Ombrófila Mista, considerada coincidente com aquela da *Araucaria angustifolia*, é o planalto meridional brasileiro, restrito aos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (SILVA 1987). No Rio Grande do Sul, a araucária se estende até a região do Escudo, onde ocorre em pequenas disjunções (LEITE 2002), formando "ilhas" florestais de formato mais ou menos circular e tamanho variável em meio às formações campestres, constituindo os "capões", ou então formando florestas contínuas de composição e estrutura variáveis.

A *Araucaria angustifolia* participa de forma marcante na fitofisionomia da região, especialmente devido à sua abundância e seu grande porte, com copa ampla, de formato característico, emergente sobre as demais árvores da floresta. Por este motivo, a Floresta Ombrófila Mista freqüentemente é referida como uma unidade vegetacional própria, nos diferentes trabalhos fitogeográficos brasileiros (MARCHIORI 2002). No Rio Grande do Sul, compreende as formações submontana, montana e altomontana. A Floresta Submontana está associada a terrenos de até 400 metros de altitude e se distribui em fragmentos relictuais pela Depressão Central e Planalto Sul-Riograndense. A Floresta Montana ocorre no Planalto das Araucárias e a leste do Planalto das Missões, em altitudes de 400 a 800 metros, formando uma linha irregular ao longo das bordas

superiores dos vales. A Floresta Altomontana restringe-se aos pontos mais altos do relevo, a nordeste do Planalto das Araucárias, distinguindo-se pela ausência ou pela raridade de espécies da selva subtropical (MARCHIORI 2002).

Associados ao pinheiro ocorrem espécies arbóreas de outras famílias, notadamente Lauraceae, Myrtaceae, Aquifoliaceae, Anacardiaceae, Flacourtiaceae, Euphorbiaceae e Sapindaceae. As espécies mais importantes na composição dos estratos arbóreos destas florestas são bastante variáveis, como resultado de condições ambientais diferenciadas ao longo de toda a área de ocorrência desta formação. Apresentam-se como espécies características desta formação: pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia*), pinheirinho (*Podocarpus lambertis*), casca d'anta (*Drymis brasiliensis*), canela-fedida (*Nectandra grandiflora*), sapopema (*Sloanea* sp.), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*), imbuia (*Ocotea porosa*), sassafrás (*Ocotea odorifera*) e o xaxim-bugio (*Dicksonia sellowiana*). Estas três últimas figuram na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção do Brasil, principalmente pela vulnerabilidade a qual estão sujeitas as suas populações naturais, em função das práticas de manejo adotadas no passado, e da grande pressão de ocupação observada atualmente.

Atualmente, as áreas de floresta primária são pouquíssimas e, em geral, alteradas. Foram substituídas por culturas cíclicas e pastagens e, em menor escala, por culturas permanentes, reflorestamentos (*Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.) e vegetação secundária (LEITE 2002). No Rio Grande do Sul não foram realizados estudos relativos a diversidade de borboletas em formações de Floresta Ombrófila Mista. Apesar disto, pouca importância tem sido dada para os aspectos conservacionistas relacionados a esta formação.

1.6. Hipóteses de trabalho

A intenção principal do trabalho é verificar a influência de extremos altitudinais em diferentes fisionomias da Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul e de perturbação antrópica na estrutura, composição e sazonalidade das assembléias de borboletas. Acredita-se que a severidade

climática de altitudes mais elevadas (principalmente em relação à temperatura) seja um fator preponderante na persistência de espécies de borboletas nas estações de frio mais rigoroso, onde espera-se encontrar uma riqueza e abundância menor de borboletas no ambiente com Floresta Ombrófila Mista em relação ao ambiente de Floresta Ombrófila Densa.

Supõe-se que o efeito da ação antrópica e dos diferentes níveis de desenvolvimento da vegetação nos fatores ambientais avaliados (temperatura, umidade, velocidade do vento, altitude e pressão atmosférica) modifique a diversidade e composição de espécies de borboletas na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista. Espera-se encontrar uma maior riqueza e dominância de espécies de borboletas em ambientes perturbados, já que os mesmos possuem uma variação maior de microhabitats além de áreas abertas com maior incidência solar e quantidade de recursos alimentares. Provavelmente deva haver a substituição de espécies de mata por espécies de ambientes abertos.



2. Objetivos

Objetivos

2.1. Geral

1. Contribuir para o conhecimento e conservação da fauna de borboletas da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul através da elaboração de listas de espécies e de estudos de diversidade;

2.2. Específicos

1. Conhecer a diversidade das borboletas da Floresta Atlântica avaliando e comparando alfa e beta diversidade entre os ambientes estudados;
2. Avaliar a sazonalidade e variação temporal das assembléias de borboletas destas duas formações de Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul ao longo de dois anos de amostragem.
3. Determinar a associação e a resposta da assembléia de borboletas a diferentes graus de perturbação antrópica e desenvolvimento da vegetação na Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista;
4. Indicar, através dos resultados obtidos, áreas merecedoras de atenção especial e passíveis de preservação, bem como indicar locais específicos e importantes tanto para a conservação da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul quanto para a fauna de borboletas diretamente associada a esta.
5. Indicar períodos do ano mais adequados para a realização de inventários rápidos, assim como táxons propícios para monitoramento da diversidade da fauna a longo prazo.

3. Resultados Gerais



Resultados Gerais

- ✓ O esforço total de amostragem foi de 1000 horas-rede.
- ✓ Para as listagens de espécies, em Maquiné (Floresta Ombrófila Densa) foram encontrados 109 novos registros de espécies de borboletas, sendo 54 Hesperidae, 25 Nymphalidae, 12 Lycaenidae, 11 Riodinidae, 6 Pieridae e 1 Papilionidae. Somando-se a riqueza de espécies entre o presente estudo e o trabalho de Iserhard & Romanowski (2004), chega-se a um total de 401 espécies de borboletas. Para a Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula (Floresta Ombrófila Mista) foram registradas 277 espécies de borboletas, distribuídas em 9661 indivíduos, sendo destas 139 novos registros para esta região dos Campos de Cima da Serra e 13 novas ocorrências para o Estado.
- ✓ Em relação aos dados quantitativos analisados, foram registrados 16400 indivíduos, pertencentes a 393 espécies para a região de Floresta Atlântica estudada, sendo que Maquiné obteve um total de 9387 indivíduos distribuídos em 330 espécies, enquanto que na FLONA foram amostrados 7013 indivíduos e 246 espécies de borboletas.
- ✓ O padrão de distribuição temporal da comunidade de borboletas ao longo dos dois anos mostra que os picos de riqueza e abundância em Maquiné ocorreram nos outonos e verões, e na FLONA esses picos foram apenas no verão.
- ✓ O efeito da interação entre estações e sítios através da ANOVA se revelou significativa para abundância e marginalmente significativa para a riqueza.
- ✓ A MANOVA para a composição de espécies de borboletas apresentou diferenças altamente significativas tanto para o fator estação quanto para o fator sítio em Maquiné e FLONA.
- ✓ Quando a sazonalidade é avaliada entre as famílias, Nymphalidae e Hesperidae possuem um padrão que se assemelha em termos de riqueza de espécies, a distribuição da assembléia de borboletas como um todo. Em relação à abundância, sobressai-se Nymphalidae, as demais famílias mantiveram números bem mais baixos. A variação sazonal na abundância das borboletas em ambos locais foi praticamente determinada por Nymphalidae.

- ✓ Nymphalidae, Hesperidae e Pieridae são as famílias que menos variam a riqueza de espécies em relação a si próprias ao longo das estações, por outro lado, Lycaenidae e, principalmente, Riodinidae e Papilionidae possuem uma variação e uma flutuação muito maior ao longo do tempo.
- ✓ No total de 128 espécies marcadamente sazonais (exclusivas a uma estação do ano), o outono possui a maior riqueza com 51 espécies, seguido do verão (47), primavera (25) e inverno que possui apenas 5 espécies. Ao todo, as regiões contempladas no estudo possuíram 22 espécies que ocorreram ao longo de todas as estações e em ambas as áreas.
- ✓ A Análise de Correspondência realizada demonstra uma separação entre as áreas de estudo, sendo que para a região de Maquiné não há uma distinção muito clara entre as estações, enquanto que para a FLONA percebe-se um agrupamento entre pontos de mesmas estações, sugerindo efeitos mais marcantes de sazonalidade e um padrão de variação temporal mais visível.
- ✓ A Análise de Correspondência para as subfamílias de borboletas mostra uma associação das subfamílias Heteropterinae e Pierinae com o inverno; Charaxinae, Pyrrhopyginae e Theclinae com a primavera; Satyrinae e Riodinidae com a primavera e o verão; Ithomiinae, Hesperinae e Limenitidinae com outono e verão na FLONA. Morphinae, Heliconiinae, Euselasiinae, Pyrginae, Papilioninae, Biblidinae, Nymphalinae, Polyommatae e Coliadinae agrupam-se a Maquiné
- ✓ Em relação à estrutura e composição da fauna de borboletas nas localidades estudadas, a região de Floresta Ombrófila Densa mostrou-se bem mais rica e com maior abundância do que a Floresta Ombrófila Mista. Os dois locais compartilham 183 espécies de borboletas, enquanto Maquiné possui 147 exclusivas e a FLONA, 63.
- ✓ Entre os diferentes ambientes avaliados dentro de cada área de estudo (Maquiné e FLONA), os ambientes abertos foram os mais ricos e abundantes nas duas localidades, seguidos dos intermediários e fechados.

- ✓ Cabe ressaltar que os valores de diversidade de H' são muito altos e a dominância muito baixa em ambas as localidades de Floresta Atlântica.
- ✓ As espécies dos ambientes abertos de Maquiné e FLONA são comuns e generalistas, e as de ambientes de mata são relativamente mais restritas a ambientes de interior de florestas.
- ✓ As curvas de suficiência amostral dos diferentes ambientes de Maquiné e FLONA continuaram ascendentes, principalmente no ambiente intermediário, que possui também o maior número de singletons e doubletons. A proporção de singletons variou de 25% (ambiente aberto na FLONA) a 39% (ambiente fechado em Maquiné).
- ✓ Os estimadores analíticos de riqueza de espécies indicam que os ambientes de Maquiné possuem uma quantidade maior de espécies a serem acrescentadas. Na FLONA este número se reduz, principalmente no ambiente fechado.
- ✓ Tomando-se as médias das variáveis abióticas registradas para cada transecção nos diferentes ambientes, tem-se que os ambientes abertos são, em geral, mais quentes, ventosos, e mais secos.
- ✓ As regressões lineares múltiplas mostram que a abundância e a riqueza de espécies de borboletas são explicadas pelos fatores ambientais avaliados (temperatura, umidade, velocidade do vento, altitude e pressão atmosférica). Menos de 15% da equitabilidade é explicada pelo ambiente, apesar da relação ser significativa.
- ✓ Entre os fatores ambientais analisados, a temperatura foi preponderante para a abundância e riqueza de espécies de borboletas, e a altitude para a abundância, equitabilidade e riqueza, com diferenças altamente significativas.
- ✓ A Análise Canônica de Correspondência parcial (pCCA) mostra uma diferenciação bem marcada entre a composição de espécies de borboletas das localidades estudadas, associando os ambientes da FLONA a altitude, as transecções abertas de Maquiné a maiores temperaturas e velocidade do vento. Já ambientes intermediários e fechados de ambos os sítios possuíram associação com a umidade.

- ✓ A pCCA realizada para as subfamílias de borboletas associa Heteropterinae, Pyrrhopyginae, Pierinae, Riodininae, Satyrinae, Limenitidinae e Dismorphiinae com altitudes elevadas; Morphinae, Heliconiinae e Ithomiinae com maior umidade; Dananinae, Polyommatainae, Coliadinae, Nymphalinae e Biblidinae com temperaturas mais elevadas.
- ✓ A Análise de Correspondência para a composição de espécies de borboletas entre os ambientes avaliados separadamente por sítio, mostra para Maquiné um gradiente de perturbação, com as transecções de ambientes abertos mais agrupadas e separadas das demais. Para a FLONA, a distribuição entre ambientes não é tão agrupada e sem uma definição clara entre cada ambiente.
- ✓ O diagrama de Venn aponta para ambas as localidades que as espécies compartilhadas a todos os ambientes são os maiores valores entre todas as combinações. A associação entre trilhas abertas e fechadas e as trilha fechadas foram as que apresentaram os menores números de riqueza específica em Maquiné. Certamente, a maior exclusividade de espécies de aberta e intermediária em Maquiné deve-se ao fato das mesmas apresentarem maior riqueza total. Já na FLONA, os maiores valores ficam por conta das espécies exclusivas ao ambiente aberto e as comuns a intermediária e aberta.



4. Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

De acordo com as normas da Revista Brasileira de Zoologia

- ANTUNES, F. F. 2000. **Padrões da comunidade de borboletas (Lepidoptera: Rhopalocera) em áreas com plantio de eucalipto de diferentes idades.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- BECCALONI, G.W. & K.J. GASTON. 1995. Predicting species richness of Neotropical forest butterflies: Ithomiinae (Lepidoptera: Nymphalidae) as indicators. **Biological Conservation** 71: 77-86.
- BEGON, M.; J.L. HARPER & C.R. TOWNSEND. 2006. **Ecology, Individuals, Populations and Communities.** Estados Unidos, Blackwell Scientific Publications. 945 p.
- BIEZANKO, C.M. 1949. **Acraeidae, Heliconiidae e Nymphalidae de Pelotas e seus arredores.** Pelotas, 16p.
- _____. 1958. Ib. Pieridae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série A:** 1-15.
- _____. 1959a. Ia. Papilionidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série A:** 1-17.
- _____. 1959b. Ia. Papilionidae da Zona Missioneira. **Arquivos de Entomologia Série B:** 1-12.
- _____. 1959c. **Pieridae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Arquivos de Entomologia Série B:** 1-12.
- _____. 1960a. Ib. Pieridae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série B:** 1-12.
- _____. 1960b. III. Danaidae et Ithomidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série A:** 1-6.
- _____. 1960c. III. Danaidae et Ithomidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série B:** 1-6.
- _____. 1960d. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série A:** 1-13.
- _____. 1960e. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série B:** 1-10.
- _____. 1963. VI. Hesperidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia Série A:** 1-25.
- BIEZANKO, C.M. & F.D. SETA. 1939. **Catálogo dos insetos encontrados em Rio Grande e seus arredores. Fasc. 1. Lepidopteros.** Pelotas, A Universal - Echenique & Cia., 15p.

- BIEZANKO, C.M. & O.H.H. MIELKE. 1973. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiiidae americanos. IV. Espécies do Rio Grande do Sul, Brasil, com notas taxonômicas e descrições de espécies novas (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense** 2 (1-4): 51-102.
- BIEZANKO, C.M. & O.H.H. MIELKE. & A. WEDDERHOOF. 1978. Contribuição ao estudo Faunístico dos Riodindae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense** 7 (1): 7-22.
- BIEZANKO, C.M. & R.G. FREITAS. 1938. **Catálogo dos insetos encontrados na cidade de Pelotas e seus arredores. Fasc. 1. Lepidópteros.** Pelotas, Escola de Agronomia Eliseu Maciel, 32p.
- BONFANTTI, D.; R.A. DI MARE & R. GIOVENARDI. 2009. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) from two Forest fragments in northern Rio Grande do Sul, Brazil. **Checklist** 5(4): 819-829.
- BROWN, K.S. 1991. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators, p. 350 – 404. *In*: N. M. COLLINS & J. A. THOMAS (eds.). **The conservation of insects and their habitats.** London, Academic Press. XVIII+450 p.
- _____. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal p. 142-186 . *In*: L.P.C. MORELLATO (Org.). **História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil.** São Paulo, Editora da UNICAMP, 321 pp.
- _____. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. p. 223-253. *In*: C.E.M. BICUDO & N.A. MENEZES (Eds.). **Biodiversity in Brazil, a first approach.** São Paulo, Instituto de Botânica/CNPq.
- BROWN, K. S. & A.V.L. FREITAS. 1999. Lepidoptera. P. 225-245. *In*: C.R.F. BRANDÃO & E.M. CANCELLO (Eds.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres.** São Paulo, FAPESP. XVI +27 p.
- CÂMARA, I.G. 1991. **Mata Atlântica.** Rio de Janeiro, Editora Index / SOS Mata Atlântica / Fundação Banco do Brasil. 188 p.
- CAMARGO, F. 2006. **Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de seis áreas verdes de Porto Alegre, RS.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- CASTRO, D.S. 2006. **Levantamento da Fauna de Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) no Parque Natural do Morro do Osso, Porto Alegre, RS.** Monografia do

- Curso de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- CASTRO, D.S. 2008. **Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em três morros graníticos de Porto Alegre, RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- CORSEUIL, E.; F.C. QUADROS; J.A. TESTON & A. MOSER. 2004. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) coletadas no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. 4: Lycaenidae. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS 9**: 65-70.
- DAILY, G.C. & P.R. EHRLICH. 1995. Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. **Biodiversity and Conservation 4**: 35-55.
- DESSUY, M.B. & A.B.B. MORAIS. 2007. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia 24**(1): 108-120.
- DEVRIES, P.J. 1987. **The butterflies of Costa Rica and their natural history, Volume 1: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae**. New Jersey, Princeton University Press. XXII+327 p.
- DEVRIES, P.J.; D. MURRAY & R. LANDE. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biological Journal of the Linnean Society 62**: 343-364.
- DI MARE, R.A. & G. SCHWARTZ. 2001. Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionidae) em sete comunidades de Santa Maria, RS. **Ciência Rural 31** (1): 45-55.
- DI MARE, R.A.; J.A. TESTON & E. CORSEUIL. 2003. Espécies de *Adelpha* Hübner, [1819] (Lepidoptera, Nymphalidae, Limenitidinae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia 47** (1): 75-79.
- FERNANDES, G.W.; L.M. ARAÚJO; M.A.A. CARNEIRO, T.G. CORNELISSEN; M.C. BARCELOS-GRECO; A.C.F. LARA & S.P. RIBEIRO. 1997. Padrões de riqueza de insetos em gradientes altitudinais na Serra do Cipó, Minas Gerais p. 191-195. *In*: L.L. LEITE & C.H. SAITO (Org.). **Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado – Trabalhos selecionados do 3º Congresso de Ecologia do Brasil**. Brasília, Universidade de Brasília.
- FLEISHMAN, E.; G.T. AUSTIN & A.D. WEISS. 1998. An empirical test of Rapoport's rule: elevational gradients in montane butterfly communities. **Ecology 79**(7): 2482-2493.

- FLEISHMAN, E.; J.P. FAY & D.D. MURPHY. 2000. Upsides and Downsides: Contrasting Topographic Gradients in Species Richness and Associated Scenarios for Climate Change. **Journal of Biogeography** 27: 1209-1219.
- FREITAS, A.V.L.; R.B. FRANCINI & K.S. BROWN-JR. 2003. Insetos como indicadores ambientais. P125-151. *In*: L. CULLEN-JR.; R. RUDRAN & C. VALLADARES-PADUA (ORGS.). **Métodos de estudos em Biología da Conservação & Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba, Editora UFPR, 665p.
- GASTON, K.J. 1996. Species richness: measure and measurement. p. 77-113. *In*: _____. (Ed.). **Biodiversity, a biology of numbers and difference**. Oxford, University of Sheffield. IX+396p.
- GIOVENARDI, R.; R.A. DI MARE; J. SPONCHIADO; S.H. ROANI; F.A.F. JACOMASSA; A.B. JUNG & M.A. PORN. 2008. Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de florestas no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia** 52(4): 599–605.
- GRAZIA, J.; H.P. ROMANOWSKI; P.B. ARAÚJO; C.F. SCHWERTNER; C.A. ISERHARD; L.A. MOURA & V.G. FERRO. 2008. **Artrópodos Terrestres**, p. 76-97. *In*: Bond-Buckup, G. (org.) Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra. Libretos, Porto Alegre, 196p.
- GRILL, A. & D.F.R. CLEARY. 2003. Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia. **Biological Conservation** 114: 427-436.
- GUTIERREZ, D. 1997. Importance of historical factors on species richness and composition of butterfly assemblages (Lepidoptera: Rhopalocera) in a northern Iberian mountain range. **Journal of Biogeography** 24: 77-88.
- GUTIÉRREZ, D. & R. MENÉNDEZ. 1998. Stability of butterfly assemblages in relation to the level of numerical resolution and altitude. **Biodiversity and Conservation** 7: 967-979.
- HAMMOND, P.C. & J.C. MILLER. 1998. Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. **Annals of the Entomological Society of America** 91(3): 323-328.
- HARDING, P.T.; J. ASHER & T.J. YATES. 1995. Butterfly Monitoring: 1 - Recording the changes, p. 3 -22.. *In*: A. S. PULLIN (ed.). **Ecology and conservation of butterflies**. London, Chapman & Hall. XIV+363p.
- HEBERT, P.D.N. 1980. Moth communities in montane Papua New Guinea. **Journal of Animal Ecology** 49: 593-602.

- HEPPNER, J.B. 1991. Faunal regions and the diversity of Lepidoptera. **Tropical Lepidoptera** 2(1): 1-85.
- HILL, J.K.; K.C. HAMER; L.A. LACE & W.M.T. BANHAM. 1995. Effects of selective logging on tropical forest butterflies on Buru, Indonesia. **Journal of Applied Ecology** 32: 754-760.
- HOEKSTRA, J.M.; T.M. BOUCHER; H. TAYLOR; T.H. RICKETS & C. ROBERTS. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. **Ecology Letters** 8: 23-29.
- HUGHES, J.B.; C.D. GRETCHEN & P.R. EHRLICH. 2000. Conservation of insect diversity: a habitat approach. **Conservation Biology** 14(6): 1788-1797.
- IBGE 1992. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - DERNA. 92 p.
- ISERHARD, C.A. 2003. **Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidóptera: Papilionoidea e Hesperioidea) e sua variação ao longo de um gradiente altitudinal em uma região de Mata Atlântica, município de Maquine, RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- ISERHARD, C.A. & H.P. ROMANOWSKI. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) da região do Vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 21(3): 649-662.
- ISERHARD, C.A.; L.A. KAMINSKI; F. CAMARGO; E.C. TEIXEIRA & H.P. ROMANOWSKI. 2005. Rapid butterfly inventory in a swamp forest fragment of the Atlantic Rainforest in Southern Brazil. In: **Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation**. Resumo, Uberlândia, Minas Gerais.
- IUCN 1991. **Cuidando do Planeta Terra, uma estratégia para o futuro da vida**. IUCN/PNUMA/ WWF. 246 p.
- JANZEN, D.H. 1987. Insect diversity of a Costa Rica dry forest: why keep it, and how? **Biological Journal of the Linnean Society** 30: 343-356.
- JANZEN, D.H.; M. ATAROFF; M. FARIÑAS; S. REYES; N. RINCÓN; A. SOLER; P. SORIANO & M. VERA 1976. Changes in the arthropod community along an elevational transect in the Venezuelan Andes. **Biotropica** 8(3): 193-203.
- KITAHARA, M. 2004. Butterfly community composition and conservation in and around a primary woodland of Mount Fuji, central Japan. **Biodiversity and Conservation** 13: 917-942.
- KOCHER, S. & E. WILLIAMS. 2000. The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. **Journal of Biogeography** 27: 785-794.

- KREMEN, C. 1992. Assessing the indicator properties of species assemblages for natural areas monitoring. **Ecological Applications** 2(2): 203-217.
- KRÜGER, C.P. & E.J.E. SILVA. 2003. Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. **Entomologia y Vectores** 10(1): 31-45.
- LAMAS, G. 2008. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: estado actual y perspectivas futuras. p.57-70 *In*: BOUSQUETS J.L. & A. LANTERI (org.) **Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos**. Cidade do México, UNAM.
- LAWTON, J.H.; M. MACGARVIN & P. A. HEADS. 1987. Effects of altitude on the abundance and species richness of insects herbivore on bracken. **Journal of Animal Biology** 56: 147-160.
- LEITE, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. p. 51-73. *In*: BRESSAN, D.A. & J.N.C. MARCHIORI (Eds.). **Ciência & Ambiente. Fitogeografia do Sul da América**. Santa Maria, Editora Pallotti, 150 p.
- LEITE, P.F. & R.M. KLEIN. 1990. Vegetação. p. 113-147. *In*: IBGE (Ed.). **Geografia do Brasil Região Sul**. Rio de Janeiro. 419 p.
- LEMES, R.; C.D. RITTER & A.B.B. MORAIS. 2008. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. **Biotemas** 21(4): 91-98.
- LEWIS, O.T.; R.J. WILSON & M.C. HARPER. 1998. Endemic Butterflies on Grande Comore: habitat preferences and conservation priorities. **Biological Conservation** 85: 113-121.
- LINK, D.; C.M. BIEZANKO; M.F. TARRAGÓ & S. CARVALHO. 1977. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. I. Papilionidae e Pieridae. **Revista do Centro de Ciências Rurais** 7 (4): 381-389.
- MABILDE, A.P. 1896. **Guia practica para os principiantes collecionadores de insectos, contendo a descripção fiel de perto de mil borboletas com 280 figuras lythographadas em tamanho, formas e desenhos conforme o natural. Estudo sobre a vida de insectos do Rio Grande do Sul e sobre a caça, classificação e a conservação de uma collecção, mais ou menos regular**. Gundlach Schuldt, Porto Alegre, 238p.
- MARCHIORI, J.N.C. 2002. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul, enfoque histórico e sistemas de classificação**. Porto Alegre, Editora EST. 118 p.
- MARCHIORI, M.O. 2003. **Implementação de Banco de Dados relacional e estudo da taxocenose de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em uma mancha de mata**

- de restinga no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre. 101 p.
- MARCHIORI, M.O. & H.P. ROMANOWSKI. 2006a. Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in a restinga wood at Itapuã State Park, Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**(2): 443-454.
- MARCHIORI, M.O. & H.P. ROMANOWSKI. 2006b. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e seu entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **23**(4):1029-1037.
- MIELKE, O.H.H. 1980a. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. V Nota suplementar – As espécies de Pyrrhopyginae e Pyrginae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense** **8-9**: 7-17.
- _____. 1980b. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. VI Nota suplementar – As espécies de Hesperiidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). **Acta Biológica Paranaense** **8-9**: 127-172.
- MORAIS, A.B.B.; H.P. ROMANOWSKI; C.A. ISERHARD; M.O. MARCHIORI & R. SEGUI. 2007. Mariposas del Sur de Sudamérica (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea). **Ciência e Ambiente** **35**: 29-46.
- MOTTA, P.C. 2002. Butterflies from the Uberlândia region, central Brazil: species list and biological comments. **Brazilian Journal of Biology** **62**(1): 151-163.
- NELSON, S.M. & D.C. ANDERSEN. 1994. An assessment of riparian environmental quality by using butterflies and disturbance susceptibility scores. **Southwestern Naturalist** **39** (2): 137-142.
- NEW, T.R. 1997. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? **Journal of Insect Conservation** **1**(1): 5-12.
- PARMESAN, C.; T.L. ROOT & M.R. WILLIG. 2000. Impacts of extreme weather and climate on terrestrial biota. **Bulletin of the American Meteorological Society** **81**: 443-450.
- PAZ, A.L.G. 2005. **Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- PAZ, A.L.G.; H.P. ROMANOWSKI & A.B.B. MORAIS. 2008. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica** **8** (1): 22 – 29.

- PEDROTTI, V.S. 2009. **Borboletas frugívoras (Lepidoptera, Papilionoidea, Nymphalidae) em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, FEEVALE, Novo Hamburgo.
- PYRCZ, T.M. & J. WOJTUSIAK. 2002. The vertical distribution of pronophiline butterflies (Nymphalidae, Satyrinae) along an elevational transect in Monte Zerpa (Cordillera de Mérida, Venezuela) with remarks on their diversity and parapatric distribution. **Global Ecology and Biogeography 11**: 211-221.
- QUADROS, M.T. 2009. **Diversidade e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes ambientes da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- QUADROS, F.C.; A.L. DORENELES & E. CORSEUIL. 2004. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. **Biociências 12(2)**: 147-164.
- RANDALL, M.G.M. 1982. The dynamics of an insect population throughout its altitudinal distribution: *Coleophora alticolella* (Lepidoptera) in northern England. **Journal of Animal Ecology 51**: 993-1016.
- RITTER, C.D. 2008. **Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, nos municípios de Mormaço e Soledade, Rio Grande do Sul, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, UFSM, Santa Maria.
- RIZZINI, C.T. 1997. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** São Paulo, Âmbito Cultural. 747 p.
- ROMANOWSKI, H.P.; C.A. ISERHARD & S.M. HARTZ (2009). Borboletas da floresta com araucária. *In*: FONSECA, C.R.; SOUZA, A.F.; LEAL-ZANCHET, A.M.; DUTRA, T.; BACKES, A. & GANADE, G. (Orgs). **Floresta de araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável,** Ribeirão Preto: Holos Editora, no prelo.
- ROSA, P.L.P. 2009. **Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) do sudoeste do Pampa brasileiro, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.** Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, PUC-RS, Uruguaiana.
- RUSZCZYK, A. 1986a. Ecologia urbana de borboletas, II. Papilionidae, Pieridae e Nymphalidae em Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Biologia 46(4)**: 689-706.
- _____. 1986b. Ecologia urbana de borboletas, I. O gradiente de urbanização e a fauna de Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Biologia. 46(4)**: 675-688.

- RUSZCZYK, A. & A.M. ARAUJO. 1992. Gradients in butterfly species diversity in an urban area in Brazil. **Journal of the Lepidopterist's Society** **46**(4): 255-264.
- SACKIS, J.D. & A.B.B. MORAIS. 2008. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do Campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. **Biota Neotropica** **8**(1):151-158.
- SANCHEZ-RODRIGUEZ, J.F. & A. BAZ. 1995. The effects of elevation on the butterfly communities of a Mediterranean mountain. Serra de Javalambre, Central Spain. **Journal of the Lepidopterists Society** **49**(3): 192-207.
- SANTIAGO, C.S. 2009. **Ocorrência, diversidade e recursos alimentares de Papilionidae (Lepidoptera) no sul do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, UFRGS, Porto Alegre.
- SANTOS, E.C.; O.H.H. MIELKE & M.M. CASAGRANDE. 2008. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelos de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Natureza & Conservação** **6** (2): 68 – 90.
- SANTOS, J.P; C.A. ISERHARD & H.P. ROMANOWSKI. 2008. **Composição e Diversidade da Fauna de Borboletas Frugívoras da Floresta Nacional de São Francisco de Paula**. XX Salão de Iniciação Científica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – PROPESQ.
- SCHANTZ, A.A. 2000. **Levantamento da diversidade de borboleta (Lepidoptera: Rhopalocera), no Parque Estadual do Turvo, RS e no Parque Estadual de Itapuã, RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- SILVA, A.F. 1987. A fitossociologia na Mata Atlântica. *In*: **Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira**. **Anais 1**: 62-96.
- SIMONSON, S.E.; P.A. OPLER; T.J. STOHLGREN & G.W. CHONG. 2001. Rapid assessment of a butterfly diversity in a montane landscape. **Biodiversity and Conservation** **10**: 1369-1386.
- SOS MATA ATLÂNTICA; INPE & PISA. 1998. **Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995**. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica. 55 p.
- 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.

- TEIXEIRA, E.C. 2000. **Levantamento da diversidade de borboletas (Lepidoptera: Rhopalocera) nas formações nativas do Horto Florestal Barba Negra, Barra do Ribeiro, RS.** Monografia de Bacharelado, UFRGS, Porto Alegre.
- _____. 2003. **A diversidade de borboletas (Lepidoptera: Rhopalocera) como elemento de caracterização de diferentes ambientes do Parque Estadual de Itapuã, RS.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- TEIXEIRA, M.O. 2005. **Inventário da fauna de borboletas em duas áreas na Reserva Biológica do Lami, Porto Alegre, RS.** Monografia de Bacharelado. ULBRA, Canoas.
- TEIXEIRA, M.O. 2008. **Diversidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalide) em ambientes de Mata Atlântica, RS, Brasil.** Dissertação e Mestrado Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- TEIXEIRA, E.C.; C.A. ISERHARD; A.A. SCHANTZ & H.P. ROMANOWSKI. 1999. Influência da urbanização sobre a composição e a distribuição da diversidade de borboletas no município de Porto Alegre, RS. *In: 51ª Reunião Anual da SBPC. Resumos.*
- TESTON, J.A. & E. CORSEUIL. 1998. Lista documentada dos Papilionídeos (Lepidoptera, Papilionidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências 6(2):** 81-94.
- _____. 1999. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) Ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 1. Papilionidae. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS 4:** 217-228.
- _____. 2000a. Lista documentada dos Pierídeos (Lepidoptera, Pieridae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências 8 (2):**115-132.
- _____. 2000b. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 2. Pieridae. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS 5:** 143-155.
- _____. 2001. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte I. Danainae e Ithomiinae. **Biociências 9(1):** 51-61.
- _____. 2002a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte II. Brassolinae e Morphinae. **Biociências 10(1):** 75-84.
- _____. 2002b. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3: Nymphalidae. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS 7:** 1-20.
- _____. 2008a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte IV. Apaturinae e Charaxinae. **Biociências 16(1):** 28-32.

- _____. 2008b. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae. **Biociências** **16**(1): 33-41.
- _____. 2008c. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae. **Biociências** **16**(1): 42-51.
- TESTON, J.A.; K.G. TOLEDO & E. CORSEUIL. 2006. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte III. Heliconiinae e Libytheinae. **Biociências** **4**(2): 208-213.
- THOMAS, J.A.; M.G. TELFER; D.B. ROY; C.D. PRESTON; J.J.D. GREENWOOD; J. ASHER; R. FOX; R.T. CLARKE & J.H. LAWTON. 2004. Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. **Science** **303**: 1879-1881.
- VAN LIEN, V. & D. YUAN. 2003. The differences of butterfly (Lepidoptera, Papilionoidea) communities in habitats with various degrees of disturbance and altitudes in tropical forests of Vietnam. **Biodiversity and Conservation** **12**: 1099-1111.
- VELOSO, H.P. & L. GÓES-FILHO. 1982. Fitogeografia brasileira. Classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical. **Boletim Técnico, Projeto RADAMBRASIL. Série Vegetação 1**: 1-80 p.
- WELLER, B. & J.U. GANZHORN. 2004. Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. **Basic and Applied Ecology** **5**: 193-201.
- WEYMER, G. 1894. Exotische Lepidopteren. VII. Beitrag zur Lepidopterenfauna von Rio Grande do Sul. **Stettiner Entomologische Zeitung** **55**(10-12): 311-333.
- WHITTAKER, J.B. 2001. Insects and plants in a changing atmosphere. **Journal of Ecology** **89**: 507-518.
- WOLDA, H. 1987. Altitude, habitat and tropical insect diversity. **Biological Journal of the Linnean Society** **30**: 313-323.



5. Artigos

5.1. Artigo 1

Manuscrito submetido a Biota Neotropica

Novos registros de borboletas (Lepidoptera) para a Floresta Atlântica do Vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul,
Brasil

Borboletas da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul

Cristiano Agra Iserhard (autor para correspondência)^{1,3}

Helena Piccoli Romanowski¹

Milton de Souza Mendonça Júnior²

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, laboratório 218, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.ufrgs.br/zoologia
2. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, prédio 43422, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.ufrgs.br/ecologia
3. e-mail para contato: cristianoagra@yahoo.com.br

New records of butterflies (Lepidoptera) for the Atlantic Forest at Maquiné river Valley in southern Brazil –

This work complements a previous butterfly inventory carried out in 2001 and 2002 in the Maquiné river Valley, recording new occurrences of butterfly species for Rio Grande do Sul's Atlantic Forest. Field expeditions were carried out bimonthly across two years, from April 2006 to March 2008. Six transects were selected in different vegetation types in the Atlantic Forest along the Maquiné river Valley. After a total of 572 net-hours 109 new records of butterflies were sampled, distributed in six families: 54 HesperIIDae, 25 Nymphalidae, 12 Lycaenidae, 11 Riodinidae, 6 Pieridae and 1 Papilionidae. Thirty-two species are new records for Rio Grande do Sul State and the species richness found between the two inventories reaches 401 with 14,442 butterfly individuals sampled for this region of Atlantic Forest in southern Brazil.

Keywords – new butterfly occurrences, Rio Grande do Sul State, species richness, subtropical Atlantic Forest.

Novos registros de borboletas (Lepidoptera) para a Floresta Atlântica do Vale do rio Maquiné, Rio Grande do

Sul, Brasil – Este trabalho tem como objetivo principal complementar estudo desenvolvido durante os anos de 2001 e 2002 no Vale do rio Maquiné, registrando novas ocorrências de borboletas para esta área de Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul. Foram realizadas saídas bimestrais de abril de 2006 a março de 2008. Foram selecionadas seis trilhas em diferentes ambientes de Floresta Ombrófila Densa ao longo do Vale do rio Maquiné. Após 572 horas-rede de amostragem foram encontrados 109 novos registros de espécies de borboletas, pertencentes a seis famílias, sendo 54 HesperIIDae, 25 Nymphalidae, 12 Lycaenidae, 11 Riodinidae, 6 Pieridae e 1 Papilionidae. Destes, 32 espécies são registros ainda não publicados para o Rio Grande do Sul. Somando-se a riqueza de espécies entre os dois estudos, chega-se a um total de 401 espécies e 14442 indivíduos de borboletas amostrados para esta região de Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul.

Palavras Chave – Floresta Ombrófila Densa, novas ocorrências, riqueza de espécies, região Sul.

1. Introdução

Inventários taxonômicos e estudos da diversidade da entomofauna da Floresta Atlântica da região sul do Brasil vem se consolidando, principalmente a partir de estudos realizados nesta última década em diferentes fisionomias deste bioma. Existe pelo menos uma publicação que inclui as borboletas da Floresta Atlântica do Paraná (Casagrande & Mielke 1993) e outras em Santa Catarina, que relatam sobre a diversidade de borboletas (Carneiro et al. 2008) e sobre a fauna de Drosophilidae (Diptera) (Döge et al. 2004, 2007, De Toni et al. 2007, Gottschalk et al. 2006, 2007, Schmitz et al. 2007).

No Rio Grande do Sul, importantes contribuições foram dadas através dos trabalhos de Teston & Corseuil (1999, 2000, 2002), Corseuil et al. (2004), Grazia et al. (2008), Quadros (2009) e Romanowski et al. (2009) com a fauna de borboletas para a região de Floresta Ombrófila Mista. Em relação à Floresta Atlântica Paludosa, foram estudados os insetos galhadores (Piccardi 2006) e as borboletas tanto desta formação (Iserhard et al. 2005), quanto junto a uma área mais abrangente da Planície Costeira (Quadros et al. 2004) do litoral norte do Estado. Na Floresta Ombrófila Densa existem diversos estudos: (i) inventários taxonômicos da entomofauna de dossel (Moura et al. 2008); (ii) diversidade de galhas e galhadores do Vale do rio Maquiné (Correa 2008); (iii) levantamento das borboletas frugívoras do Vale do rio Maquiné (Teixeira 2008); e (iv) um estudo realizado por Iserhard & Romanowski (2004), englobando

esta mesma região, porém em diferentes áreas e ambientes com a assembléia de borboletas das superfamílias Papilionoidea e Hesperioidea, desenvolvido nos anos de 2001 e 2002. Este último foi elaborado com amostragens bimestrais da fauna de borboletas ao longo de um ano. Para tal foram selecionados quatro diferentes ambientes na área de estudo para a realização de inventário e avaliação da assembléia de borboletas desta região de Floresta Ombrófila Densa. Como resultados, Iserhard & Romanowski (2004) obtiveram um total de 292 espécies de borboletas, sendo destes 42 novos registros para o Rio Grande do Sul.

Devido ao período relativamente curto de amostragem e a pouca abrangência da área do estudo acima, elaborou-se a presente investigação, que tem como objetivo complementar o conhecimento da assembléia de borboletas do Vale do rio Maquiné. Uma lista de espécies apresenta novas ocorrências para esta área, bem como novos registros para o Rio Grande do Sul, comparando a riqueza de espécies deste estudo com inventários realizados em outras regiões de Floresta Atlântica no Brasil. Cabe ressaltar que este trabalho faz parte de um projeto mais amplo, e que outros resultados e comparações serão gerados avaliando analiticamente a fauna de borboletas em diferentes fisionomias da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul.

2. Material e Métodos

O município de Maquiné (29°35'S 50°16'W GR) está localizado no nordeste do Rio Grande do Sul, entre a Planície Costeira e o Planalto Basáltico. O Vale do rio Maquiné está inserido junto às encostas da Serra Geral e possui paisagem com planícies e montanhas bem definidas ao longo de toda sua extensão. Maiores detalhes sobre a região podem ser encontrados em Iserhard & Romanowski (2004).

Foram selecionadas seis trilhas (Trilha do Ligeiro, Trilha da Forqueta, Trilha da FEPAGRO, Trilha do Garapiá, Trilha da Pedra de Amolar, Trilha da Encantada) em Maquiné englobando diferentes ambientes de Floresta Ombrófila Densa. Destas, apenas duas foram utilizadas por Iserhard & Romanowski (2004): Trilha do Ligeiro e Trilha do Garapiá. Foram realizadas amostragens bimestrais de abril de 2006 a março de 2008. As transeções determinadas eram percorridos com esforço amostral padronizado em 2 horas/rede. Borboletas visualizadas eram registradas e, se necessário coletadas com auxílio de redes entomológicas. Tratando-se de espécie ainda não registrada e/ou de difícil identificação, o indivíduo era coletado para montagem e identificação em laboratório. Maiores detalhes sobre o protocolo de amostragem estão descritos em Iserhard & Romanowski (2004) e Paz et. al. (2008). Os espécimes estão depositados na coleção de referência de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Os dados obtidos foram comparados com o trabalho de Iserhard & Romanowski (2004) para a elaboração da listagem de espécies com os registros novos de borboletas para o Vale do rio Maquiné. Para a verificação de novas ocorrências para o Rio Grande do Sul foram consultados os estudos citados por Iserhard & Romanowski (2004) além de uma publicação histórica (Weymer 1894) e publicações mais recentes, incluindo: Di Mare et al. (2003), Corseuil et al.

(2004), Quadros et al. (2004), Francini & Penz (2006), Marchiori & Romanowski (2006), Teston et al. (2006), Dessuy & Morais (2007), Giovenardi et al. (2008), Paz et al. (2008), Teston & Corseuil (2008a, b, c), Romanowski et al. (2009). A classificação utilizada para a elaboração da lista de espécies seguiu Lamas (2004) e Mielke (2005). Para permitir comparações, em alguns casos, as famílias Lycaenidae e Riodinidae estarão com seus dados agrupados.

3. Resultados e Discussão

Após 572 horas-rede de amostragem, foram registrados 9386 indivíduos, distribuídos em 331 espécies e subespécies de borboletas, pertencentes a seis famílias e 22 subfamílias para esta região de Floresta Ombrófila Densa. Destas espécies, 109 constituem-se em registros novos para o Vale do rio Maquiné, sendo 54 HesperIIDae, 25 Nymphalidae, 12 Lycaenidae, 11 Riodinidae, 6 Pieridae e 1 Papilionidae (Tabela 1). Comparativamente ao estudo de Iserhard & Romanowski (2004) foram amostradas mais trilhas durante um período maior (dois anos), mas com a mesma frequência (bimestral). O estudo anterior obteve aproximadamente metade do esforço amostral (238 horas-rede), e havia registrado 5074 indivíduos em 292 espécies, o que representa em torno de 88% de espécies registradas em comparação ao presente estudo.

Analisando-se conjuntamente os resultados obtém-se 401 espécies de borboletas, em 810 horas-rede de amostragem, e a contagem de 14.442 indivíduos. Diferentemente do registrado por Iserhard & Romanowski (2004), onde Nymphalidae aparece como a família mais representativa em riqueza de espécies, seguida de HesperIIDae e Lycaenidae, depois de três anos de amostragem, HesperIIDae configura-se na família com a maior riqueza de espécies (37%), seguida de Nymphalidae (32%). Lycaenidae + Riodinidae (19%), Pieridae (7%) e Papilionidae (3%) mantêm o mesmo padrão de riqueza ao longo dos anos. Estes resultados são semelhantes ao encontrado por Morais et al. (2007) para a região Austral da América do Sul (Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul). Para o Estado, dentre os estudos citados no Material e Métodos, constitui-se no primeiro estudo no qual HesperIIDae possui maior representatividade em relação à Nymphalidae.

Em comparação com outras localidades da Mata Atlântica inventariadas nas regiões sul e sudeste do Brasil, semelhanças nos padrões de riqueza de espécies são observados (Tabela 2). Em todos os estudos analisados (Brown 1992, Mielke & Casagrande 1998, Brown & Freitas 2000a, b, Carneiro et al. 2008) a família HesperIIDae possui uma proporção de espécies maior em relação a Nymphalidae. Lycaenidae mantêm os mesmos percentuais de riqueza, com exceção da Serra do Japi, e para a região sul, Pieridae e Papilionidae tendem a possuir uma proporção maior de espécies em relação aos demais estudos (Tabela 2). Apesar disso, Brown & Freitas (2000b) ressaltam que para determinadas famílias (HesperIIDae e Lycaenidae) a comparação de riqueza entre as localidades não é totalmente confiável, devido a questão de amostragem em relação a estes grupos de borboletas. Acredita-se, mesmo assim, que com o aumento do esforço amostral, haveria uma tendência a um aumento relativo ainda maior de HesperIIDae e Lycaenidae + Riodinidae e a diminuição de Pieridae e Papilionidae.

A riqueza total de espécies neste sítio da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul é a menor entre os sítios, com exceção a Santa Catarina, que obteve 246 espécies registradas em dois anos de amostragem. Cabe ressaltar ainda que aproxima-se do número de espécies do Morro do Diabo (Mielke & Casagrande 1998), onde os esforços amostrais são muito parecidos. Os demais trabalhos apontam sempre mais de 650 espécies de borboletas, e possuem um esforço de amostragem muito maior do que o verificado no presente estudo, além de estarem localizados na região Sudeste, onde as condições climáticas são mais favoráveis ao estabelecimento das espécies de borboletas.

Segundo Morais et al. (2007) há pelo menos 769 espécies de borboletas registradas para o Rio Grande do Sul. Somando-se isso aos 32 novos registros de borboletas encontrados para o Estado no presente estudo (17 Hesperiiidae, 7 Riodinidae, 6 Lycaenidae e 2 Nymphalidae) (Tabela 1), chega-se a um total de 801 espécies de borboletas já registradas. Portanto, somente esta região de Floresta Atlântica abrigaria aproximadamente 50% das espécies ocorrentes no Rio Grande do Sul, apesar de se saber que este valor de riqueza ainda não pode ser considerado como representando a fauna total deste grupo no Estado.

Chamam a atenção os registros de *Symmachia arion* (Felder, 1865) (Riodinidae) borboleta indicadora de ambientes em boas condições de preservação (Brown & Freitas 2000) registrada uma vez; *Theope nycteis* (Westwood, 1851) (Riodinidae) até então registrada para a Mata Atlântica do Estado de São Paulo; *Actinote brylla* Oberthür, 1917 (Nymphalidae) borboleta associada a ambientes de planície em altitudes baixas e *Morpho anaxibia* (Esper, 1801) (Nymphalidae) do qual havia apenas registros históricos (Weymer 1894, Mabilde 1896), encontrada novamente após mais de cem anos em apenas uma trilha preservada no vale da Encantada. Cabe ressaltar que *Dismorphia crisia* (Drury, 1782) (Pieridae), *Dismorphia melia* (Godart, 1824) (Pieridae) e *Arcas ducalis* (Westwood, 1851) (Lycaenidae) registradas anteriormente por Iserhard & Romanowski (2004), e consideradas indicadoras de ambientes em bom estado de preservação foram encontradas novamente. Supõe-se que suas presenças indiquem, além da manutenção de suas populações ao longo do tempo, um indicativo mais forte da preservação dos ambientes aos quais as mesmas se associaram, pois seus registros foram efetuados nas mesmas trilhas amostradas por Iserhard & Romanowski (2004).

Apesar deste trabalho se constituir em uma rápida descrição de novos registros de borboletas para a Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, percebe-se a importância de inventários a longo prazo para se detectar mudanças e monitorar a fauna de borboletas ao longo do tempo. Assim é possível avaliar distúrbios ambientais e suas conseqüências para este grupo de insetos, tão útil na avaliação de áreas nativas ou perturbadas.

4. Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Ana Kristina Silva, Jessie Pereira dos Santos, Cristina Schiel Santiago, Melissa Oliveira Teixeira, Lidiane Fucilini, Daniel de Souza Castro, Marina Todeschini de Quadros, Lucas Kaminski, Adriano Cavalleri, Patrick Colombo, Caroline Zank, Luiz Ernesto Costa Schmidt, Cristina Rodrigues e Maria Ostilia Marchiori, que auxiliaram ao longo das amostragens. À bióloga e administradora da Reserva Biológica da Serra Geral

Paola Stumpf pelo auxílio à nossa pesquisa na região de Maquiné. Ao Sisino por disponibilizar sua propriedade na comunidade da Pedra de Amolar para a realização das amostragens. Aos doutores André Victor Lucci Freitas, Ronaldo Francini, Olaf Mielke e aos senhores Curtis Callaghan e Alfred Moser pela identificação de exemplares de borboletas. Este estudo foi financiado pelos Editais Universais do CNPq nº 473838/2006-0 e 472175/2007-6, pela bolsa PQ processo 308292/2007-3 e pela CAPES. As coletas foram realizadas com a licença permanente do IBAMA nº 11990-1, registro 2019567. Contribuição nº ___ do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

5. Referências Bibliográficas

- BROWN, K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L.P.C. Morellato, org.). Editora da UNICAMP, São Paulo, p. 142-187.
- BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000a. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32(4b):934-956.
- _____. 2000b. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 11/12: 71-118.
- CARNEIRO, E., MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 2008. Borboletas do sul da ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea). *SHILAP Revta. lepid.* 36(142):261-271.
- CASAGRANDE, M.M. & MIELKE, O.H.H. 1993. Borboletas (Lepidoptera) ameaçadas de extinção no Paraná. *Rev. Bras. Zool.* 9:75-92.
- CORREA, M.V.G. 2008. Galhas e galhadores no Vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- CORSEUIL, E., QUADROS, F.C., TESTON, J.A. & MOSER, A. 2004. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) coletadas no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. 4: Lycaenidae. *Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS* 9:65-70.
- DESSUY, M.B. & MORAIS, A.B.B. 2007. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24(1):108-120.
- DE TONI, D.C., GOTTSCHALK, M.S., CORDEIRO, P.R., HOFMANN, P.R.P. & VALENTE, V.L.S. 2007. Study of the Drosophilidae (Diptera, Drosophilidae) assemblages on Atlantic Forest Islands of Santa Catarina State. *Neotrop. Entomol.* 36:356-375.
- DIMARE, R.A., TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2003. Espécies de *Adelpha* Hubner, 1819 (Lepidoptera, Nymphalidae, Limenitidinae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 47(1):75-79.

- DÖGE, J.S., GOTTSCHALK, M.S., DE TONI, D.C., BIZZO, L.E.M., OLIVEIRA, S.C.F., VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. 2004. New records of six species of subgenus *Sophophora* (*Drosophila*, Drosophilidae) collected in Brazil. *Zootaxa*, 675:1-6.
- DÖGE, J.S., GOTTSCHALK, M.S., BIZZO, L.E.M., OLIVEIRA, S.C.F., SCHMITZ, H.J., VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. 2007. The genus *Zygothrica* Wiedemann 1830 (Diptera, Drosophilidae) in Santa Catarina State, southern Brazil: distribution and ecological notes. *Biota Neotrop.* 7:1-4. <http://www.biotaneotropica.org.br/v7n3/pt/abstract?article+bn00207032007>.
- FRANCINI, R.B. & PENZ, C.M. 2006. An illustrated key to male *Actinote* from Southeastern Brazil (Lepidoptera, Nymphalidae). *Biota Neotrop.* 6:1-46. <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?identification-key+bn00606012006>.
- GIOVENARDI, R., DIMARE, R.A., SPONCHIADO, J., ROANI, S.H., JACOMASSA, F.A.F., JUNG, A.B. & PORN, M.A. 2008. Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de florestas no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Entomol.* 52(4):599–605.
- GOTTSCHALK, M.S., DÖGE, J.S., OLIVEIRA, S.C.F., DE TONI, D.C., VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. 2006. On the geographical distribution of the *Drosophila* subgenus in southern Brazil (Drosophilidae, Diptera). The *D. replete* species group Sturtevant 1942. *Trop. Zool.* 19:129-139.
- GOTTSCHALK, M.S., DE TONI, D.C., VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. 2007. Changes in Brazilian Drosophilidae (Diptera) assemblages across an urbanization gradient. *Neotrop. Entomol.* 36:848-862.
- GRAZIA, J., ROMANOWSKI, H.P., ARAÚJO, P.B., SCHWERTNER, C.F., ISERHARD, C.A., MOURA, L. DE A. & FERRO, V.G. 2008. Artrópodos terrestres. In Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra (G. Bond-Buckup, org.). Libretos, Porto Alegre, p. 76-97.
- ISERHARD, C.A., KAMINSKI, L.A., CAMARGO, F., TEIXEIRA, E.C. & ROMANOWSKI, H.P. 2005. Rapid butterfly inventory in a swamp forest fragment of the Atlantic Rainforest in Southern Brazil. In Proceedings of the Annual Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation (K. Del-Claro, org.). Association for Tropical Biology and Conservation, Uberlândia, p. 130-130.
- ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) da região do vale do Rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(3):649-662.
- LAMAS, G. 2004. Atlas of Tropical Lepidoptera. Checklist: Part 4a Hesperioidea – Papilionoidea. Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers, 1-439 p.
- MABILDE, A.P. 1896. Guia practica para os principiantes collecionadores de insectos, contendo a descrição fiel de perto de mil borboletas com 280 figuras lythographadas em tamanho, formas e desenhos conforme o natural.

- Estudo sobre a vida de insectos do Rio Grande do Sul e sobre a caça, classificação e a conservação de uma coleção, mais ou menos regular. Porto Alegre, Gundlach Schuldt, 238p.
- MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2006. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e seu entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(4):1029-1037.
- MIELKE, O.H.H. 2005. Catalogue of the American Hesperioidea: Hesperidae (Lepidoptera). 6 volumes. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba.
- MIELKE, O.H.H. & CASAGRANDE, M.M. 1998. Papilionoidea e Hesperioidea (Lepidoptera) do Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio, São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 14(4): 966-1001.
- MORAIS, A.B.B., ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A., MARCHIORI, M.O. & SEGUÍ, R. 2007. Mariposas del Sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Ciência & Ambiente* 35:29-46.
- MOURA, L. DE A., SCHMIDT, L.S., BARCELLOS, A., HEYDRICH, I., OTT, R. & PODGAISKI, L. 2008. Invertebrados associados a dossel em área de Mata Atlântica no sul do Brasil. In XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia. Curitiba, Sociedade Brasileira de Zoologia.
- PAZ, A.L.G., ROMANOWSKI, H.P. & MORAIS, A.B.B. 2008. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(1):22-29. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn01608012008>.
- PICCARDI, H. 2006. Diversidade de artrópodos galhadores no Parque Estadual de Itapeva, Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- QUADROS, F.C., DORNELES, A.L. & CORSEUIL, E. 2004. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Biociências* 12(2):147-164.
- QUADROS, M.T. 2009. Diversidade e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes ambientes da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A. & HARTZ, S.M. 2009. Borboletas da floresta com araucária. In Floresta de araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável (C.R. Fonseca, A.F. Souza, T.L. Dutra, A.M. Leal-Zanchet, A. Backes & G. Ganade, orgs.). Holos Editora, Ribeirão Preto, no prelo.
- SCHMITZ, H.J., VALENTE, V.L.S. & HOFMANN, P.R.P. 2007. Taxonomic survey of Drosophilidae (Diptera) from Mangrove Forests of Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Neotrop. Entomol.* 36:53-64.
- TEIXEIRA, M.O. 2008. Diversidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) em ambientes de Mata Atlântica, RS, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 1999. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) Ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 1. Papilionidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 4:217-228.
- _____. 2000. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 2. Pieridae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 5:143-155.
- _____. 2002. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3. Nymphalidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 7:1-20.
- _____. 2008a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte IV. Apaturinae e Charaxinae. Biociências 16(1):28-32.
- _____. 2008b. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae. Biociências 16(1):33-41.
- _____. 2008c. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae. Biociências 16 (1):42-51.
- TESTON, J.A., TOLEDO, K.G & CORSEUIL, E. 2006. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte III. Heliconiinae e Libytheinae. Biociências 4(2):208-213.
- WEYMER, G. 1894. Exotische Lepidopteren. VII. Beitrag zur Lepidopterenfauna von Rio Grande do Sul. Stettiner Entomologische Zeitung 55(10-12):311-333.

LEGENDA DAS TABELAS

Tabela 1. Novas ocorrências de espécies de borboletas para a Floresta Ombrófila Densa do Rio Grande do Sul, na região do Vale do rio Maquiné, registradas entre abril de 2006 e março de 2008. * representa novo registro para o Rio Grande do Sul. For, Trilha da Forqueta; Lig, Trilha do Ligeiro; Gar, Trilha do Garapiá; Fep, Trilha da Fepagro; Pam, Trilha da Pedra de Amolar; Enc, Trilha da Encantada.

Tabela 2. Riqueza de espécies de borboletas para a Floresta Atlântica e para diferentes localidades deste bioma no Brasil. Valores em parênteses indicam porcentagem. ¹ Brown & Freitas (2000a); ² Brown & Freitas (2000b); ³ Brown (1992); ⁴ Mielke & Casagrande (1998); ⁵ Carneiro et al. (2008). * Riquezas de espécies referentes ao somatório de Lycaenidae + Riodinidae.

Tabela 1. Lista de espécies de borboletas.

Famílias/Subfamílias	Espécies	Trilhas					
		Forqueta	Ligeiro	Garapiá	Fepagro	Pedra de Amolar	Encantada
NYMPHALIDAE							
Ithomiinae	<i>Aeria olena</i> Weyer, 1875	X	X	X	X	X	
	<i>Episcada carcinia</i> (Schaus, 1902)					X	
	<i>Episcada philoclea</i> (Hewitson, 1855)			X		X	
	<i>Ithomia drymo</i> Hübner, 1816			X	X	X	
Morphinae	<i>Morpho anaxibia</i> (Esper, 1801)						X
	<i>Caligo beltrao</i> (Illiger, 1801)					X	
	<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felder, 1862)				X		
Satyrinae	<i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)				X		
	<i>Paryphthimoides grimon</i> (Godart, 1824)			X	X	X	
Charaxinae	<i>Ypthimoides ochracea</i> (Butler, 1867)				X		
	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)						X
Biblidinae	<i>Consul fabius drurii</i> (Butler, 1874)				X		
	<i>Catonephele numilia penthia</i> (Hewitson, 1852)	X			X		
Apaturinae	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)				X		
	<i>Doxocopa agathina</i> (Cramer, 1777)		X	X	X		
Nymphalinae	<i>Doxocopa linda</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)		X	X			
	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)*	X					
Limenitidinae	<i>Tegosa orobia</i> (Hewitson, 1864)	X					
	<i>Vanessa myrina</i> (Doubleday, 1849)		X				
Heliconiinae	<i>Adelpha zea</i> (Hewitson, 1850)	X	X				X
	<i>Actinote brylla</i> Oberthür, 1917*				X		
	<i>Actinote thalia pyrrrha</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X		X	X
	<i>Actinote discrepans</i> D'Almeida, 1958	X					
PIERIDAE	<i>Agraulis vanillae maculosa</i> (Stichel, 1908)	X	X				
	<i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, 1813)	X		X			
Dismorphiinae	<i>Enantia lina psamathe</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X		X
	<i>Coliadinae</i>	X					
Pierinae	<i>Aphrissa statira</i> (Cramer, 1777)	X					
	<i>Colias lesbia lesbia</i> (Fabricius, 1775)	X					
Pierinae	<i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)	X				X	
	<i>Hesperocharis paranensis</i> Schaus, 1898					X	
Pierinae	<i>Pereute antodyca</i> (Boisduval, 1836)			X			
	<i>Papilionidae</i>						
Papilioninae	<i>Mimoides lysithous rurik</i> (Eschscholtz, 1821)	X	X	X	X	X	X
HESPERIIDAE							
Pyrhopyginae	<i>Elbella adonis</i> (Bell, 1931)			X			
	<i>Myscelus amystis epigona</i> Herrich-Schäffer, 1869				X		
Pyrhopyginae	<i>Passova polemon</i> (Hopffer, 1874)				X		
	<i>Pseudocroniades machaon</i> (Westwood, 1852)						X
Pyrginae	<i>Aethilla echina coracina</i> Butler, 1870			X	X	X	
	<i>Aguna asander asander</i> (Hewitson, 1867)				X		
	<i>Bolla catharina</i> (Bell, 1937)*					X	
	<i>Camptopleura auxo</i> (Möschler, 1879)	X					
	<i>Cycloglypha thrasibulus</i> (Fabricius, 1793)*	X					
	<i>Cycloglypha tisia</i> (Godman & Salvin, 1896)*					X	
	<i>Gorgythion beggina escalophoides</i> Evans, 1953	X	X				
	<i>Heliopetes leucola</i> (Hewitson, 1868)	X					
	<i>Mylon maimon</i> (Fabricius, 1775)			X			
	<i>Nisoniades maura</i> (Mabille & Boulet, 1917)*		X				
	<i>Polythrix caunus</i> (Herrich-Schäffer, 1869)						X
	<i>Quadrus cerialis</i> (Stoll, 1782)					X	
	<i>Sostrata bifasciata bifasciata</i> (Ménétriés, 1829)		X			X	X
	<i>Telemiades vespasius</i> (Fabricius, 1793)*		X				X
<i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)		X					
<i>Urbanus esta</i> Evans, 1952					X	X	
<i>Urbanus virescens</i> (Mabille, 1877)					X		
<i>Zera tetrastigma erisichthon</i> (Plötz, 1884)					X	X	

		Trilhas					
		Forqueta	Ligeiro	Garapiá	Fepagro	Pedra de Amolar	Encantada
Hesperiinae	<i>Arita arita</i> (Schaus, 1902)		X		X	X	
	<i>Arita serra</i> Evans, 1955			X			X
	<i>Cobalopsis miaba</i> (Schaus, 1902)	X	X			X	
	<i>Conga chydaea</i> (Butler, 1877)	X					
	<i>Conga iheringii</i> (Mabille, 1891)	X	X				
	<i>Cynea melius</i> (Geyer, 1832)*				X		
	<i>Cynea popla</i> Evans, 1955*				X		
	<i>Cynea trimaculata</i> (Herrich-Schäffer, 1869)*				X		
	<i>Enosis uza</i> (Hewitson, 1877)*				X		
	<i>Eutychide physcella</i> (Hewitson, 1866)	X	X	X	X		X
	<i>Gallio carasta</i> (Schaus, 1902)*				X	X	
	<i>Hansa hyboma</i> (Plötz, 1886)*						X
	<i>Lucida lucia lucia</i> (Capronnier, 1874)			X	X	X	X
	<i>Mnasitheus nella</i> Evans, 1955*				X		
	<i>Niconiades caeso</i> (Mabille, 1891)					X	X
	<i>Panoquina fusina viola</i> Evans, 1955*				X		
	<i>Perichares lotus</i> (Butler, 1870)				X		
	<i>Phanes rezia</i> (Plötz, 1882)*			X	X		
	<i>Polites vibex catilina</i> (Plötz, 1886)	X					
	<i>Pompeius pompeius</i> (Latreille, 1824)	X					
	<i>Remella remus</i> (Fabricius, 1798)				X	X	
	<i>Sodalia argyrospila</i> (Mabille, 1876)*				X		
	<i>Sodalia coler</i> (Schaus, 1902)	X		X	X		X
	<i>Sucova sucova</i> (Schaus, 1902)	X		X	X		X
	<i>Synale hylaspes</i> (Stoll, 1781)	X					
	<i>Synapte malitiosa antistia</i> (Plötz, 1882)*			X		X	
	<i>Synapte silius</i> (Latreille, 1824)			X			
<i>Thracides cleantes cleanthes</i> (Latreille, 1824)					X		
<i>Turesis complanula</i> (Herrich-Schäffer, 1869)*					X		
<i>Vehilius stictomenes stictomenes</i> (Butler, 1877)	X	X	X	X	X		
<i>Vettius artona</i> (Hewitson, 1868)				X			
<i>Vettius marcus marcus</i> (Fabricius, 1787)			X			X	
LYCAENIDAE							
Theclinae	<i>Allosmaitia strophius</i> (Godart, 1824)*			X			
	<i>Celmia uza</i> (Hewitson, 1873)*		X				
	<i>Denivia chaluma</i> (Schaus, 1902)*			X			
	<i>Denivia deniva</i> (Hewitson, 1874)			X			
	<i>Enos thara</i> (Hewitson, 1867)*			X			
	<i>Gargina caninius</i> (H.H. Druce, 1907)			X			
	<i>Magnastigma hirsuta</i> (Prittwitz, 1865)*			X			
	<i>Siderus eliatha</i> (Hewitson, 1867)*			X	X		
	<i>Siderus philinna</i> (Hewitson, 1868)			X	X		
	<i>Strymon oreala</i> (Hewitson, 1868)			X		X	
	<i>Thestius azaria</i> (Hewitson, 1867)					X	
Polyommatae	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)				X		
RIODINIDAE							
Euselasiinae	<i>Euselasia eucerus</i> (Hewitson, 1872)				X		
Riodininae	<i>Calephelis aymanan</i> McAlpine, 1971*		X				
	<i>Chalodeta theodora theodora</i> (Felder & Felder, 1862)		X	X			
	<i>Eurybia carolina</i> Godart, 1824*				X		
	<i>Melanis xenia</i> (Hewitson, 1853)			X			
	<i>Mesene epaphus</i> (Stoll, 1780)*	X		X			
	<i>Mesene pyrippe</i> Hewitson, 1874		X				
	<i>Symmachia arion</i> (Felder, 1865)*	X					
	<i>Theope nycteis</i> (Westwood, 1851)*					X	
	<i>Voltinea cebrenia</i> (Hewitson, 1873)*			X			
	<i>Voltinea phryxe</i> (Felder, 1865)*		X		X		

Tabela 2. Riqueza de espécies de borboletas na Floresta Atlântica.

	Floresta Atlântica ¹	Santa Teresa ²	Campinas ¹	Serra do Japi ³	Morro do Diabo ⁴	Maquiné	Florianópolis ⁵
Hesperiidae	887 (41,8)	322 (41,9)	304 (44,1)	253 (37,1)	197 (42,8)	150 (37,4)	107 (45,3)
Nymphalidae	461 (21,7)	244 (31,7)	210 (30,4)	208 (30,5)	156 (33,9)	130 (32,4)	74 (31,4)
Lycaenidae*	679 (32,0)	150 (19,5)	131 (19,0)	166 (24,3)	73 (15,9)	77 (19,2)	29 (12,3)
Pieridae	50 (2,4)	36 (4,7)	28 (4,1)	36 (5,3)	19 (4,1)	30 (7,5)	16 (6,8)
Papilionidae	43 (2,0)	17 (2,2)	17 (2,5)	19 (2,8)	15 (3,3)	14 (3,5)	10 (4,2)
S Total	2120	769	690	682	460	401	236
Esforço Amostral		200 dias/pessoa	200 dias/pessoa	60-200 dias/pessoa	20-59 dias/pessoa	65 dias/pessoa	20-59 dias/pessoa

5.2. Artigo 2

Manuscrito submetido a Biota Neotropica

Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil

Borboletas da Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra no Sul do Brasil

Cristiano Agra Iserhard (autor para correspondência)^{1,3}

Marina Todeschini de Quadros¹

Helena Piccoli Romanowski¹

Milton de Souza Mendonça Jr.²

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43435, laboratório 218. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.urfgs.br/zoologia

² Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43422. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS. www.urfgs.br/ecologia

³ e-mail: cristianoagra@yahoo.com.br

Occurrence of butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in different habitats at the Araucaria Moist Forest and the Grasslands in the Basaltic Highlands in southern Brazil – Aiming to contribute to the knowledge of Araucaria Moist Forest butterflies in Rio Grande do Sul, a butterfly species list of the São Francisco National Forest and surroundings was compiled. Field expeditions were carried out bimonthly between March 2006 to May 2008 in six types of environments: (i) Araucária native forest, (ii) native forest mixed with *Araucaria angustifolia* plantation, (iii) *Araucaria angustifolia* plantation in open forest, (iv) *Araucaria angustifolia* plantation in closed forest, (v) *Pinus* plantation and (vi) grasslands in the basaltic highlands. After 674 net-hours of sampling effort 277 species and subspecies distributed in 9661 individuals, belonging to six families of butterflies were registered. One hundred thirty-nine species are new records for this region of Atlantic Forest and 13 species are new registers for Rio Grande do Sul State. Six species are rare and/or healthy environment indicators.

Keywords – Altitudinal grasslands, Araucária Forest, butterfly conservation, National Forest, silviculture, species richness.

Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil - Com o intuito de contribuir para o conhecimento das borboletas da Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul foi elaborada uma listagem de espécies da assembléia de borboletas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula e entorno. Foram realizadas saídas bimestrais de março de 2006 a maio de 2008 sendo selecionados seis ambientes: (i) mata nativa, (ii) mata nativa mesclada com reflorestamento de *Araucaria angustifolia*, (iii) reflorestamento de *Araucaria angustifolia* de mata aberta, (iv) reflorestamento de *Araucaria angustifolia* de mata fechada, (v) reflorestamento de *Pinus* e (vi) campo de altitude nativo. Após 674 horas-rede de amostragem foram registradas 277 espécies e subespécies de borboletas, distribuídas em 9661 indivíduos, pertencentes a seis famílias, sendo destas 139 novos registros para esta região dos Campos de Cima da Serra, 13 novas ocorrências para o Estado e seis espécies raras ou indicadoras de ambiente preservado.

Palavras Chave – Campos de altitude, conservação de borboletas, Floresta com Araucária, Floresta Nacional, riqueza de espécies, silvicultura.

1. Introdução

Gerar informações sobre a biodiversidade é fundamental para manter a ligação entre o conhecimento científico e a tomada de decisões em prol da conservação (Backes & Irgang 2004). Inventários de fauna em curtos períodos de tempo resultam geralmente em listagens de espécies e permitem, posteriormente, o monitoramento desta fauna ao longo do tempo, avaliando possíveis mudanças.

As borboletas, além de ser um dos grupos de invertebrados mais estudados (Boggs et al. 2003, Ockinger et al. 2006) apresentam características que as tornam excelentes ferramentas no monitoramento da qualidade ambiental; são bastante diversificadas, relativamente fáceis de amostrar e identificar, presentes ao longo do ano e, principalmente, respondem com rapidez a distúrbios ou alterações no ambiente (Brown 1996, New 1997, Ockinger et al. 2006).

O bioma Mata Atlântica ocupa 15% do território brasileiro e apresenta uma variedade de formações, dentre elas, a Floresta Ombrófila Mista e os Campos de Cima da Serra ou Campos de Altitude. A Floresta Ombrófila Mista (Mata com Araucária) é uma das mais importantes formações florestais do sul do Brasil. No Rio Grande do Sul as áreas de

floresta primária são poucas e, em geral, alteradas. Foram substituídas por culturas cíclicas e permanentes, pastagens, reflorestamentos (com *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.) e vegetação secundária (Leite 2002); atualmente vem sendo destruída por práticas não sustentáveis como a expansão da indústria, do turismo e da urbanização desordenada (Bond-Buckup 2008)

Os Campos de Cima da Serra, igualmente ameaçados, vêm sendo substituídos pela agricultura, pecuária e intensa silvicultura. São áreas de alto endemismo, devido à preferência de determinados organismos por habitats especializados, aliados aos mecanismos de isolamento geográfico nestas regiões. Pouco se sabe a respeito da sua biodiversidade, sendo esses dados prioritários para o estabelecimento de subsídios e programas de manejo e conservação (Bond-Buckup 2008).

Na região dos Campos de Cima da Serra, a espécie mais utilizada na silvicultura é o *Pinus elliotii*. As extensões de monoculturas arbóreas causam o esgotamento do solo, a alteração no escoamento e infiltração da água e sua evapotranspiração, além de diminuir a biodiversidade impedindo a recuperação e diversificação da fauna pela homogeneidade de suas florestas. Por serem cultivadas em áreas de campos e matas nativas, sem qualquer levantamento prévio da fauna local, destroem um bioma único e já bastante antropizado e descaracterizado (Bond-Buckup 2008).

Romanowski et al. (2009) elaboraram uma lista de espécies de borboletas através de informações da literatura, registros históricos e amostragens de campo de diferentes regiões de Floresta Ombrófila Mista e Campos de Cima da Serra e chegaram a um total de 162 espécies. Recentemente uma compilação de dados coletados em campo gerou a publicação de um livro com informações a respeito da flora e fauna (incluindo borboletas) dos Campos de Cima da Serra (Bond-Buckup 2008). A fauna de borboletas desta região do Rio Grande do Sul foi estudada também no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata, São Francisco de Paula, por Teston & Corseuil (1999, 2000a, 2002a) e Corseuil *et al.* (2004). Porém, a família HesperIIDae não foi contemplada nestes estudos, além de não haver menção ao esforço amostral, nem caracterização dos locais de amostragem. Segundo Iserhard & Romanowski (2004) estes são problemas comuns evidenciados em alguns trabalhos faunísticos de borboletas no Rio Grande do Sul.

Com o intuito de dar continuidade aos estudos relativos a esta região, este trabalho tem como objetivos (i) ampliar a área efetivamente estudada dos Campos de Cima da Serra e da Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul, através da elaboração de uma lista de espécies de borboletas da Floresta Nacional de São Francisco de Paula e entorno; (ii) contribuir para o conhecimento desta fauna a partir de informações de registros não publicados para a região e para o Estado, bem como verificar a presença de espécies de borboletas indicadoras de ambientes preservados.

2. Material e Métodos

2.1. Área de estudo

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) (29°24' S 50°22' W) é uma unidade de conservação localizada no nordeste do Rio Grande do Sul, na microrregião dos Campos de Cima da Serra, município de São

Francisco de Paula (Fernandes & Backes 1998), fazendo parte do Planalto Sul-riograndense (Figura 1). Compreende uma área de 1606,60 ha, a 912 metros acima do nível do mar. O clima é do tipo temperado (Cfb) com temperatura média anual de 14,5°C (Backes 1999) e altos níveis de pluviosidade em todos os meses, com média de 2252 mm por ano.

2.2. Amostragem

Foram selecionados seis ambientes na FLONA: mata nativa (MN), mata nativa mesclada com reflorestamento de araucária (NR), reflorestamento de araucária de mata aberta (RA) e mata fechada (RF) e reflorestamento de *Pinus* (RP). O ambiente de campo de altitude nativo (CN) foi selecionado no entorno da FLONA em uma propriedade particular vizinha. Todos os ambientes escolhidos tiveram o intuito de englobar e representar as diferentes fisionomias encontradas na área de estudo e na região como um todo. A mata nativa consiste em florestas fechadas no dossel, com baixa incidência solar e poucos recursos alimentares (flores) para adultos de borboletas. As transecções de reflorestamento de Araucária eram percorridas ao longo de vias de acesso abertas, com luminosidade variável, e muitos recursos alimentares para as borboletas nas bordas das mesmas. Os *Pinus* se caracterizam por serem matas homogêneas com ausência de sub-bosque, baixa incidência solar e domínio amplo de *Pinus elliotti*. As trilhas de campo eram características dos ambientes nativos desta região, sofrendo apenas a influência do pastejo extensivo.

Foram realizadas amostragens bimestrais de março de 2006 a maio de 2008. Cada ambiente era representado por duas transecções, sendo que quatro ambientes (MN, NR, RA e RF) foram amostrados ao longo de dois anos (março 2006 a fevereiro de 2008) e dois ambientes (RP e CN) foram amostrados ao longo de um ano (julho 2007 a maio 2008). As transecções eram percorridas com esforço amostral padronizado em 2 horas/rede, sempre entre 10:00 e 16:30 horas. Borboletas visualizadas eram registradas e, se necessário, coletadas com auxílio de redes entomológicas. Maiores detalhes sobre o protocolo de amostragem são descritos em Paz et al. (2008). Os espécimes coletados estão depositados na coleção de referência de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

2.3. Análise dos dados

Para comparação da listagem de espécies gerada neste estudo, foram consultados os trabalhos de Weymer (1894), Mabilde (1896), Biezanko (1958, 1959a, b, 1960a, b, c, d, e, 1963) Biezanko & Mielke (1973), Biezanko et al. (1978), Mielke (1980a, b), Teston & Corseuil (1998, 1999, 2000a, b, 2001, 2002a, b, 2008a, b, c), Di Mare et al. (2003), Kruger & Silva (2003), Corseuil et al. (2004), Iserhard & Romanowski (2004), Quadros et al. (2004), Francini & Penz (2006), Marchiori & Romanowski (2006), Teston et al. (2006), Dessuy & Morais (2007), Governadi et al. (2008), Paz et al. (2008), Romanowski et al. (2009). A classificação utilizada para a elaboração da lista de espécies seguiu Lamas (2004, 2008) e Mielke (2005). A determinação de espécies raras ou indicadoras de ambientes preservados seguiu Brown & Freitas (2000a) e Grazia et al. (2008) e a indicação de sistematias. Para comparação com outros

trabalhos, em determinadas análises as famílias Lycaenidae e Riodinidae foram agrupadas. Foram calculados, através do Software EstimateS 8.0 (Colwell 2007), os estimadores analíticos de riqueza de espécies Jackknife 2 e Michaelis-Menten para avaliar o quanto da assembléia de borboletas foi contemplada na área de estudo

3. Resultados e Discussão

Com 674 horas-rede de amostragem, foram registrados 9661 indivíduos, distribuídos em 277 espécies e subespécies de borboletas, pertencentes a seis famílias e 22 subfamílias para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula e para a região dos Campos de Cima da Serra (Tabela 1). De acordo com os valores de riqueza máximo (Jackknife 2) e mínimo (Michaelis-Menten) dos estimadores analíticos calculados, entre 68% e 93% das espécies de borboletas da FLONA e entorno foram amostradas. Teston & Corseuil (1999, 2000a, 2002a) e Corseuil et al. (2004) registram 103 espécies de borboletas para o Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata (CPCN), distante aproximadamente 20 km da área do presente estudo. Como mencionado anteriormente, estes autores não incluíram Hesperíidae em suas análises, tampouco mencionam esforço amostral, mesmo assim, a diferença proporcional às demais famílias na riqueza de espécies é considerável.

A família com maior representatividade foi Nymphalidae, seguida de Hesperíidae, Lycaenidae + Riodinidae, Pieridae e Papilionidae (Tabela 1). A frequência relativa da riqueza de espécies segue um padrão semelhante ao registrado por Iserhard & Romanowski (2004), em inventário realizado ao longo de um ano em uma região de Floresta Ombrófila Densa no Vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul (Tabela 2). Porém, tais resultados diferem do registrado para Morais et al. (2007), para a região austral da América do Sul (Argentina, Uruguai e Rio Grande do Sul), onde há uma inversão de representatividade, com Hesperíidae superando Nymphalidae e para o Brasil, onde as três famílias mais ricas em espécies são respectivamente Lycaenidae, Hesperíidae e Nymphalidae (Brown & Freitas 1999) (Tabela 2).

Chama a atenção a acentuada diferença entre as proporções de riqueza de espécies de Nymphalidae e Hesperíidae para os Campos de Cima da Serra e para o Vale do rio Maquiné (Iserhard & Romanowski 2004), a menor proporção de Lycaenidae + Riodinidae e um aumento substancial na proporção de Pieridae quando comparadas aos demais trabalhos (Tabela 2). Ressalta-se que a Floresta Ombrófila Mista e os Campos de Altitude possuem características peculiares de vegetação e, principalmente, clima, com sazonalidade marcada e grande oscilação de temperatura. Segundo Brown & Freitas (2000b) em amplo estudo sobre borboletas da Mata Atlântica, há uma tendência para o aumento na riqueza de espécies de Nymphalidae, Pieridae e Papilionidae em regiões de temperaturas médias mais baixas e maior amplitude térmica.

Teston & Corseuil (1999, 2000a, 2002a) e Corseuil et al. (2004) registram 64 espécies de Nymphalidae, 17 espécies de Pieridae, seis espécies de Papilionidae e 16 espécies de Lycaenidae para o CPCN. Destas, seis espécies de ninfalídeos, duas de pierídeos e cinco de licenídeos não foram registradas neste estudo. Por outro lado, aqui, 139

registros são novos para os Campos de Cima da Serra e Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul, sendo 34 Nymphalidae, nove Pieridae, quatro Papilionidae, 17 Lycaenidae, 14 Riodinidae e 61 Hesperidae (Tabela 1) e 13 espécies são novas ocorrências para o Estado (Tabela 3).

Duas espécies de Pieridae, *Dismorphia crisia* (Drury, 1782) e *Dismorphia melia* (Godart, 1824) e uma de Nymphalidae, *Hyalenna pascua* (Schaus, 1902), são consideradas indicadoras de ambientes em boas condições de preservação (Brown & Freitas 2000a). *D. melia* foi registrada 26 vezes, enquanto *D. crisia* foi registrada apenas seis vezes. Estavam associadas tanto a trilhas com reflorestamento de araucária quanto à mata nativa. Estas duas espécies são citadas também por Teston & Corseuil (2000a) no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata e por Iserhard & Romanowski (2004) na região do Vale do rio Maquiné. *Hyalenna pascua*, característica de matas primárias e secundárias entre 800 e 1700 metros de altitude (Willmott & Lamas 2006), foi encontrada apenas uma vez no interior de uma trilha de mata com reflorestamento de araucária. Possui ocorrência conhecida para florestas de altitude de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e sul do Paraná (Willmott & Lamas 2006), e é um registro novo para o Rio Grande do Sul, constituindo-se, assim, em seu limite de distribuição mais ao sul no Brasil. *Pseudotinea* cf. *hemis* (Schaus, 1927) (Riodinidae), além de um registro novo para o Rio Grande do Sul, é considerada uma espécie endêmica de ambientes abertos em topos de morro e de florestas de altitude, e ameaçada, principalmente, pela destruição de seu habitat (Hall & Callaghan 2003), além de potencial indicadora de ambientes preservados. Foi encontrada em maior abundância ao final da primavera e início do verão, junto a arbustos floridos nas bordas de reflorestamentos de araucária. *Astrartes erycina* (Plötz, 1881) é uma espécie rara, tendo sido registrada duas vezes na FLONA, na borda da mata com reflorestamento de Araucária, sendo encontrada também por Iserhard & Romanowski (2004).

Actinote alalia (C. Felder & R. Felder, 1860) pode ser considerado um registro novo para o Estado, a partir do momento em que Francini & Penz (2006) colocam a identificação de Mabilde (1896) em dúvida. De acordo com Teston et al. (2006), esta citação é somente bibliográfica sem a presença de exemplares em coleções. *Actinote alalia* foi encontrada em duas trilhas na FLONA, com sete indivíduos, associada a moitas floridas, e exemplares estão depositados nas Coleções de referência de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da UFRGS e no Museu de História Natural da Universidade Estadual de Campinas. *Dardarina aspila* Mielke, 1966 (Hesperidae), registrada anteriormente apenas por Mielke (1980b) no município de Gramado, constitui registro mais recente para o Rio Grande do Sul, além de ser um representante de Heteropterinae, subfamília ainda não contemplada no Rio Grande do Sul (*Dardarina aspila* estava incluída em Hesperinae em estudo anterior). *Pterourus menatius cleotas* (Gray, 1832) (Papilionidae) também constitui-se em registro recente para o Rio Grande do Sul, tendo sido citada apenas por Mabilde (1896) e Biezanko (1959a), este último autor classificando a espécie como relativamente escassa, associada a clareiras dos matos, sendo freqüente apenas em Santa Catarina.

Foram registradas também algumas espécies características de ambientes de campo: *Pampasatyris quies*

(Berg, 1877), *Pampasatyrus periphas* (Godart, 1824), *Pampasatyrus reticulata* (Weymer, 1907) e *Pampasatyrus ocelloides* (Schaus, 1902), todas pertencentes à Nymphalidae, subfamília Satyrinae. As quatro espécies já haviam sido registradas por Teston & Corseuil (2002a) no CPCN e Romanowski et al. (2009) registram *P. ocelloides* para a região do Vale do rio Maquiné, acima de 850 metros de altitude. *Pampasatyrus. quies* e *P. reticulata* parecem estar restritas aos campos de altitude em boas condições de preservação, foram encontradas apenas em locais com elevação superior a 800 m. As borboletas deste gênero podem ser consideradas potenciais indicadoras de campos nativos preservados. Voam baixo e junto ao solo, sendo muitas vezes difíceis de capturar devido à rapidez errática do seu voo (Grazia et al. 2008, Romanowski et al. 2009). Também em ambiente de campo, no presente estudo foi coletado um indivíduo de *Brevianta celelata* (Hewitson, 1874). Weymer (1894), na primeira compilação de borboletas para o Rio Grande do Sul, registrou um único exemplar de *B. celelata*. Desde então, esta espécie não havia mais sido registrada para o Estado.

Este trabalho ressalta a importância de Unidades de Conservação e seu entorno como mantenedoras da diversidade biológica, representando refúgios essenciais para o desenvolvimento da fauna local de borboletas. Tendo em vista a crescente substituição das formações vegetais nativas no Estado por monoculturas de exóticas e as lacunas acerca do conhecimento da entomofauna da Floresta com Araucária e dos Campos de Altitude, o presente estudo visa aumentar este conhecimento e torná-lo acessível a pesquisadores e aos administradores desta Floresta Nacional, bem como para outras Unidades de Conservação situadas na região dos Campos de Cima da Serra.

4. Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas Ana Kristina Silva, Jessie Pereira dos Santos, Cristina Schiel Santiago, Lidiane Fucilini, Daniel Souza Castro, Lucas Kaminski, Adriano Cavalleri, Patrick Colombo, Caroline Zank, Luiz Ernesto Costa Schmidt, Cristina Rodrigues, Simone Leonardi, Raquel Rocha Santos, Maria Ostilia Marchiori, Juan Anza, Fernanda Pedone e Francisco Steiner pela amizade e pelo auxílio fundamental ao longo do trabalho. À administração e funcionários da Floresta Nacional de São Francisco de Paula em nome da Sra. Edenice Brandão pela permissão de pesquisa e suporte ao longo das amostragens. Aos doutores André Victor Lucci Freitas, Ronaldo Francini, Olaf Mielke e aos senhores Curtis Callaghan e Alfred Moser pela identificação de exemplares de borboletas. Este estudo foi financiado pelos Editais Universais do CNPq nº 473838/2006-0 e 472175/2007-6, pela bolsa PQ processo 308292/2007-3 e pela CAPES. As coletas foram realizadas com as licenças do IBAMA nº 070/2006 e nº 11990-1. Contribuição nº ___ do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

5. Referências Bibliográficas

- BACKES, A. 1999. Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil – II. Pesqui., Bot. 49: 31-52.
- BACKES, P. & IRGANG, B. 2004. Mata Atlântica: As árvores e a paisagem. Editora Paisagem do Sul, Porto Alegre, 396 p.

- BIEZANKO, C.M. 1958. Ib. Pieridae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. A: 1-15.
- _____. 1959a. Ia. Papilionidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. A: 1-17.
- _____. 1959b. Ia. Papilionidae da Zona Missioneira. Arq. entomol. Ser. B: 1-12.
- _____. 1960a. Ib. Pieridae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. B: 1-12.
- _____. 1960b. III. Danaidae et Ithomidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. A: 1-6.
- _____. 1960c. III. Danaidae et Ithomidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. B: 1-6.
- _____. 1960d. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. A: 1-13.
- _____. 1960e. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. B: 1-10.
- _____. 1963. VI. Hesperidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. Arq. entomol. Ser. A: 1-25.
- BIEZANKO, C.M. & MIELKE, O.H.H. 1973. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperidae americanos. IV Espécies do Rio Grande do Sul, Brasil, com notas taxonômicas e descrições de espécies novas (Lepidoptera). Acta biol. parana. 2(1-4): 51-102.
- BIEZANKO, C.M., MIELKE, O.H.H. & WEDDERHOOF, A. 1978. Contribuição ao estudo faunístico dos Riodinidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). Acta biol. parana. 7(1): 7-22.
- BOGGS, C.L., WATT, W.B. & EHRLICH, P.R. 2003. Butterflies: ecology and evolution taking flight. The University of Chicago Press, Chicago, 704 p.
- BOND-BUCKUP, G. 2008. Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra. Libretos, Porto Alegre, xx+146 p.
- BROWN, K.S. 1996. Diversity of Brazilian Lepidoptera: history of study, methods for measurement, and use as indicator for genetic, specific and system richness. In Biodiversity in Brazil, a first approach (C.E.M. Bicudo & N.A. Menezes, orgs.). Instituto de Botânica/CNPq, São Paulo, p. 223-253.
- BROWN, K. S. & FREITAS, A.V.L. 1999. Lepidoptera. In Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres (C.R.F. Brandão & E.M. Canello, eds.). São Paulo, FAPESP, p. 225-245.
- _____. 2000a. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. Bol. Mus. Biol. Mello Leitão 11/12: 71-118.
- _____. 2000b. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. Biotropica 32(4b):934-956.
- COLWELL, R.K. 2007. Estimates 8.0: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut. <http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates>.

- CORSEUIL, E., QUADROS, F.C., TESTON, J.A. & MOSER, A. 2004. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) coletadas no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. 4: Lycaenidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 9: 65-70.
- DESSUY, M.B. & MORAIS, A.B.B.. 2007. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zool. 24(1): 108-120.
- DIMARE, R.A., TESTON, J.A. & CORSEUIL, E.. 2003. Espécies de *Adelpha* Hubner, 1819 (Lepidoptera, Nymphalidae, Limenitidinae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 47(1): 75-79.
- FERNANDES, A.V. & BACKES, A. 1998. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. Iheringia, Bot. 51(1): 63-78.
- FRANCINI, R.B. & PENZ, C.M. 2006. An illustrated key to male *Actinote* from Southeastern Brazil (Lepidoptera, Nymphalidae). Biota neotrop. 6: 1-46. [http:// www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?identification-key+bn00606012006](http://www.biotaneotropica.org.br/v6n1/pt/abstract?identification-key+bn00606012006).
- GIOVENARDI, R., DIMARE, R.A., SPONCHIADO, J., ROANI, S.H., JACOMASSA, F.A.F., JUNG, A.B. & PORN, M.A. 2008. Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de florestas no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Entomol. 52(4): 599–605.
- GRAZIA, J., ROMANOWSKI, H.P., ARAÚJO, P.B., SCHWERTNER, C.F., ISERHARD, C.A., MOURA, L.A. & FERRO, V.G. 2008. Artrópodos Terrestres. In Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra (G. Bond-Buckup, org.). Libretos, Porto Alegre, p. 76-97.
- HALL, J.P.W. & CALLAGHAN, C.J. 2003. A revision of the new rioidinid butterfly genus *Pseudotinea* (Lepidoptera: Rioidinidae). J. nat. hist. 37: 821-837.
- ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) da região do vale do Rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zool. 21(3): 649-662.
- KRÜGER, C.P. & SILVA, E.J.E. 2003. Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. Entomol. vectores 10(1): 31-45.
- LAMAS, G. 2004. Atlas of Tropical Lepidoptera. Checklist: Part 4a Hesperioidea – Papilionoidea. Gainesville, Scientific Publishers, Association for Tropical Lepidoptera, xxxvi+439 p.
- _____. 2008. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea Y Papilionoidea) en el mundo: estado actual y perspectivas futuras. In Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos (J.L. Bousquets & A. Lanteri, orgs.) UNAM, Cidade do México, p. 57-70.

- LEITE, P.F. 2002. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. *Ciênc. Ambient.* 24: 51-73
- MABILDE, A.P. 1896. Guia practica para os principiantes collecionadores de insectos, contendo a descrição fiel de perto de mil borboletas com 280 figuras lythographadas em tamanho, formas e desenhos conforme o natural. Estudo sobre a vida de insectos do Rio Grande do Sul e sobre a caça, classificação e a conservação de uma collecção, mais ou menos regular. Gundlach Schuldt, Porto Alegre, 238p.
- MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2006. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e seu entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 23(4):1029-1037.
- MIELKE, O.H.H. 1980a. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. V Nota suplementar – As espécies de Pyrrhopyginae e Pyrginae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta biol. parana.* 8-9: 7-17.
- _____. 1980b. Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidae americanos. VI Nota suplementar – As espécies de Hesperiidae do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta biol. parana.* 8-9: 127-172.
- _____. 2005. Catalogue of the American Hesperioidea: Hesperiidae (Lepidoptera). 6 volumes. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, 1536 p.
- MORAIS, A.B.B., ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A., MARCHIORI, M.O. & SEGUI, R. 2007. Mariposas del Sur de Sudamérica (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea). *Ciênc. Ambient.* 35: 29-46.
- NEW, T.R. 1997. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? *J. Insect Conserv.* 1(1): 5-12.
- OCKINGER, E., ERIKSSON, A.K. & SMITH, H.G. 2006. Effects of grassland abandonment, restoration and management on butterflies and vascular plants. *Biol. conserv.* 133: 291- 300.
- PAZ, A.L.G., ROMANOWSKI, H.P. & MORAIS, A.B.B. 2008. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota neotrop.* 8 (1): 22–29. <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn01608012008>.
- QUADROS, F.C., DORNELES, A.L. & CORSEUIL, E. 2004. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Biociências* 12(2): 147-164.
- ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A. & HARTZ, S.M. 2009. Borboletas da floresta com araucária. In Floresta de araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável (C.R. Fonseca, A.F. Souza, A.M. Leal-Zanchet, T. Dutra, A. Backes & G. Ganade, orgs). Holos Editora, Ribeirão Preto, no prelo.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 1998. Lista documentada dos Papilionídeos (Lepidoptera, Papilionidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biociências* 6(2): 81-94.

- _____. 1999. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) Ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 1. Papilionidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 4: 217-228.
- _____. 2000a. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 2. Pieridae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 5: 143-155.
- _____. 2000b. Lista documentada dos Pierídeos (Lepidoptera, Pieridae) do Rio Grande do Sul, Brasil. Biociências 8 (2):115-132.
- _____. 2001. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte I. Danainae e Ithomiinae. Biociências 9(1): 51-61.
- _____. 2002a. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3: Nymphalidae. Divul. Mus. Ciênc. Tecnol. PUCRS 7: 1-20.
- _____. 2002b. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte II. Brassolinae e Morphinae. Biociências 10(1): 75-84.
- _____. 2008a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte IV. Apaturinae e Charaxinae. Biociências 16(1): 28-32.
- _____. 2008b. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae. Biociências 16(1): 33-41.
- _____. 2008c. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae. Biociências 16(1): 42-51.
- TESTON, J.A., TOLEDO, K.G. & CORSEUIL, E. 2006. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte III. Heliconiinae e Libytheinae. Biociências 4(2): 208-213.
- WEYMER, G. 1894. Exotische Lepidopteren. VII. Beitrag zur Lepidopterenfauna von Rio Grande do Sul. Stettiner Entomologische Zeitung 55(10-12): 311-333.
- WILLMOTT, K.R. & LAMAS, G. 2006. A phylogenetic reassessment of *Hyalenna* Forbes and *Dircenna* Doubleday, with a revision of *Hyalenna* (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae). Syst. Entomol. 31: 419-468.

Legenda da Figura

Figura 1. (A) Localização da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (29°24' S 50°22' W) no Rio Grande do Sul, Brasil. (B) Área da Floresta Nacional de São Francisco de Paula.

Legenda das Tabelas

Tabela 1. Lista de espécies de borboletas registradas de março de 2006 a maio de 2008 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula e entorno. MN, mata nativa; NR, mata nativa mesclada com reflorestamento de Araucária; RA, reflorestamento de Araucária de mata aberta; RF, Reflorestamento de Araucária de mata fechada; RP, reflorestamento de Pinus; CN, Campo nativo; S, riqueza de espécies. * novos registros para a região dos Campos de Cima da Serra.

Tabela 2. Riqueza de espécies por família (%) em assembléias de borboletas no sul da América do Sul, Brasil, Vale do rio Maquiné (Maquiné) e Floresta Ombrófila Mista-Campos de Cima da Serra (FOM-CCS). (B&F) Brown & Freitas (1999), (I&R) Iserhard & Romanowski (2004), (Mor), Morais et al. (2007). * Riodinidae incluído dentro de Lycaenidae.

Tabela 3. Novos registros de espécies de borboletas, com as datas da primeira coleta, para o Rio Grande do Sul, registradas entre março de 2006 e maio de 2008 na Floresta Nacional de São Francisco de Paula e entorno.

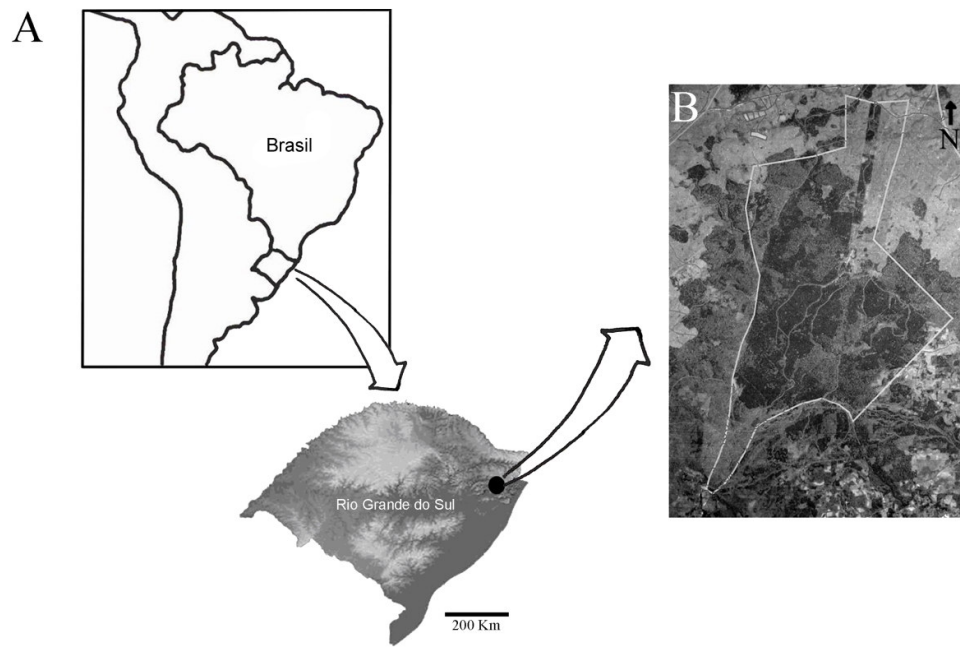


Figura 1.

Tabela 1. Lista de espécies de borboletas da FLONA.

Famílias/Subfamílias/Espécies	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
NYMPHALIDAE (S=108)						
Danainae (S=2)						
<i>Danaus erippus</i> (Cramer, 1775)			X		X	X
<i>Lycorea ilione</i> (Cramer, 1775)	X			X	X	
Ithomiinae (S=13)						
* <i>Aeria olena</i> Weyer, 1875			X			
<i>Dircenna dero</i> (Hübner, 1823)	X	X	X	X		
<i>Episcada carcinia</i> Schaus, 1902	X			X		
<i>Episcada hymenaea</i> (Prittwitz, 1865)	X	X	X	X		
<i>Episcada philoclea</i> (Hewitson, 1855)	X			X		
<i>Epityches eupompe</i> (Geyer, 1832)	X	X	X	X	X	X
* <i>Hyalenna pascua</i> (Schaus, 1902)				X		
* <i>Ithomia drymo</i> Hübner, 1816				X		
<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X	X	X
<i>Methona themisto</i> (Hübner, 1818)	X	X	X			
* <i>Placidina euryanassa</i> C. Felder & R. Felder, 1860			X	X		
<i>Pseudoscada erruca</i> (Hewitson, 1855)	X	X	X	X		X
<i>Pteronymia carlia</i> (Schaus, 1902)	X	X	X	X		
Morphinae (S=8)						
<i>Blepolenis bassus</i> (Felder & Felder, 1867)			X	X		
<i>Caligo martia</i> (Godart, 1824)	X		X			
* <i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, 1825)				X		
<i>Eryphanis reevesii</i> (Doubleday, 1849)			X	X		
* <i>Morpho aega</i> (Hübner, 1822)		X		X	X	
<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	X	X	X	X	X	X
<i>Morpho portis thamyris</i> (Felder & Felder, 1867)	X	X	X	X	X	X
<i>Opoptera fruhstorferi</i> (Röber, 1896)				X		
Satyrinae (S=21)						
* <i>Capronnieria galesus</i> (Godart, 1824)			X		X	X
<i>Eteona tisiphone</i> (Boisduval, 1836)	X	X				
* <i>Euptychoides castrensis</i> (Schaus, 1902)	X	X	X	X	X	X
<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X	X	
<i>Guaianaza pronophila</i> (Butler, 1867)	X	X	X	X	X	X
<i>Forsterinaria quantius</i> (Godart, 1824)		X	X	X		
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X	X
<i>Moneuptychia griseldis</i> (Weymer, 1911)	X	X	X	X	X	
<i>Moneuptychia paeon</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X	X	X
* <i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)		X	X	X	X	
<i>Pampasatyris ocelloides</i> (Schaus, 1902)						X
<i>Pampasatyris periphias</i> (Godart, 1824)					X	X
<i>Pampasatyris quies</i> (Berg, 1877)						X
<i>Pampasatyris reticulata</i> (Weymer, 1907)						X
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X	X	X
* <i>Paryphthimoides</i> sp.	X		X	X	X	
<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)			X	X		X
* <i>Satyrinae</i> sp.						X
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, 1821	X			X		
<i>Ypthimoides ochracea</i> (Butler, 1867)			X	X	X	X
* <i>Ypthimoides viviana</i> (Romieux, 1927)						X

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
Charaxinae (S=6)						
* <i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)					X	
<i>Archaeoprepona chalciope</i> (Hübner, 1823)	X		X			
* <i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1814)	X					
<i>Memphis hirta</i> (Weymer, 1907)	X		X		X	X
* <i>Memphis moruus stheno</i> (Prittwitz, 1865)		X		X		X
<i>Zaretis itys itylus</i> (Westwood, 1850)			X	X		
Biblidinae (S=10)						
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, 1779)			X	X		
<i>Catonephele sabrina</i> (Hewitson, 1852)		X				
<i>Diaethria clymena meridionalis</i> (H.W.Bates, 1864)						X
<i>Dynamine myrrhina</i> (Doubleday, 1849)	X	X	X	X		
<i>Epiphile hubneri</i> Hewitson, 1861	X	X	X	X		X
* <i>Epiphile orea</i> (Hübner, 1823)	X	X				
<i>Eunica eburnea</i> Fruhstorfer, 1907	X	X	X			X
* <i>Haematera pyrame</i> (Hübner, 1819)				X		
* <i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)			X	X		
<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)		X	X	X	X	
Apaturinae (S=3)						
<i>Doxocopa kallina</i> (Staundiger, 1886)			X	X		
<i>Doxocopa laurentia</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X	X	X
<i>Doxocopa zunilda</i> (Godart, 1824)			X			
Nymphalinae (S=17)						
<i>Anartia amathea roeselia</i> (Eschsholtz, 1821)	X	X	X	X	X	X
<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)			X			
<i>Eresia lansdorfi</i> (Godart, 1819)	X		X	X		X
<i>Hypanartia bella</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X	X	X
<i>Hypanartia lethe</i> (Fabricius, 1793)	X		X	X		
<i>Junonia evarete</i> (Cramer, 1779)			X			X
* <i>Ortilia dicoma</i> (Hewitson, 1864)		X				X
<i>Ortilia ithra</i> (Kirby, 1900)			X			
<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	X	X	X	X		X
* <i>Siproeta epaphus trayja</i> Hübner, 1823			X	X		X
* <i>Siproeta stelenes meridionalis</i> (Fruhstorfer, 1909)			X			
* <i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	X		X			
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	X	X	X	X	X	X
* <i>Tegosa orobia</i> (Hewitson, 1864)	X	X	X		X	X
<i>Telenassa teletusa</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X	X	X
<i>Vanessa braziliensis</i> (Moore, 1883)	X	X	X	X	X	X
<i>Vanessa myrinna</i> (Doubleday, 1849)			X			
Limenitidinae (S=7)						
<i>Adelpha hyas</i> (Doyère, 1840)	X	X	X	X		X
* <i>Adelpha lycorias</i> (Godart, 1824)				X		
<i>Adelpha mythra</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X		
* <i>Adelpha serpa</i> (Boisduval, 1836)	X		X			
<i>Adelpha syma</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X		X
* <i>Adelpha thessalia indefecta</i> Fruhstorfer, 1913			X			
* <i>Adelpha zea</i> (Hewitson, 1850)	X		X			
Heliconiinae (S=21)						
* <i>Actinote alalia</i> (Felder & Felder, 1860)			X	X		
<i>Actinote carycina</i> Jordan, 1913	X	X	X	X	X	X

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
<i>Actinote catarina</i> Penz, 1996			X			
* <i>Actinote discrepans</i> D'Almeida, 1958			X			
* <i>Actinote mamita</i> (Burmeister, 1861)						X
<i>Actinote melanisans</i> Oberthür, 1917	X	X	X	X	X	X
* <i>Actinote parapheles</i> Jordan, 1913			X	X		
<i>Actinote surima</i> (Schaus, 1902)		X	X			X
<i>Actinote thalia pyrrha</i> (Fabricius, 1775)		X	X	X		
<i>Agraulis vanillae maculosa</i> (Stichel, 1908)		X	X		X	X
<i>Dione juno juno</i> (Cramer, 1779)	X		X			
<i>Dione moneta moneta</i> Hübner, 1825			X			
<i>Dryas iulia alcionea</i> (Cramer, 1779)	X	X	X	X		X
* <i>Eueides aliphera aliphera</i> (Godart, 1819)	X					
<i>Eueides isabella dianasa</i> (Hübner, 1806)		X				
* <i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1775)			X			X
<i>Heliconius besckei</i> Ménétrié, 1857	X	X	X	X	X	
<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X	X
<i>Heliconius ethilla narcaea</i> Godart, 1819	X	X	X	X	X	
* <i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, 1813)			X			
<i>Philaethria wernickei</i> (Röber, 1906)	X	X	X	X		X
PIERIDAE (S=26)						
Dismorphiinae (S=7)						
* <i>Dismorphia astyocha</i> Hübner, 1831			X	X		
<i>Dismorphia crisis</i> (Drury, 1782)		X	X	X		
<i>Dismorphia melia</i> (Godart, 1824)	X	X	X	X		
<i>Dismorphia thermesia</i> (Godart, 1819)	X	X	X	X	X	
* <i>Enantia lina psamathe</i> (Fabricius, 1793)		X	X	X		
<i>Enantia melite</i> (Linnaeus, 1763)		X	X	X		X
<i>Pseudopieris nehemia</i> (Boisduval, 1836)		X	X	X	X	X
Coliadinae (S=11)						
<i>Colias lesbia lesbia</i> (Fabricius, 1775)						X
* <i>Eurema albula</i> (Cramer, 1775)			X			
<i>Eurema deva</i> (Doubleday, 1847)			X			
<i>Eurema phiale</i> (Cramer, 1775)			X		X	X
* <i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)		X	X	X		X
<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	X	X	X	X	X	X
* <i>Phoebis philea</i> (Linnaeus, 1763)	X		X			
<i>Phoebis sennae</i> (Linnaeus, 1758)			X	X		
* <i>Pyrisitia nise tenella</i> (Boisduval, 1836)			X	X		
<i>Pyrisitia leuce</i> (Boisduval, 1836)		X	X		X	X
<i>Rhabdodryas trite banksi</i> Breyer, 1939	X	X	X			X
Pierinae (S=8)						
* <i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)			X			
<i>Catasticta bithys</i> (Hübner, 1831)				X		
* <i>Glutophrissa drusilla</i> (Cramer, 1777)			X	X		
<i>Hesperocharis erota</i> (Lucas, 1852)	X	X	X	X	X	X
<i>Hesperocharis paranensis</i> Schaus, 1898			X	X		X
* <i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)			X			
<i>Pereute swainsoni</i> (Gray, 1832)			X			X
<i>Theochila maenacte</i> (Boisduval, 1836)	X	X	X	X	X	X

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
PAPILIONIDAE (S=14)						
Papilioninae (S=14)						
* <i>Battus polydamas polydamas</i> (Linnaeus, 1758)			X	X		X
<i>Battus polystictus polystictus</i> (Butler, 1874)		X		X		
<i>Heracles anchisiades capys</i> (Hübner, 1809)			X	X		
<i>Heracles astyalus astyalus</i> (Godart, 1819)		X	X	X		X
<i>Heracles hectorides</i> (Esper, 1794)	X	X	X	X	X	X
<i>Heracles thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)		X	X	X		
* <i>Mimoides lysithous eupatorion</i> (Lucas, 1859)		X	X	X		
<i>Mimoides lysithous rurik</i> (Eschscholtz, 1821)	X	X	X	X		
<i>Parides agavus</i> (Drury, 1782)	X					
<i>Parides anchises nephalion</i> (Godart, 1819)		X	X	X		
* <i>Protesilaus helios</i> (Rothschild & Jordan, 1906)			X			X
<i>Protesilaus protesilaus nigricornis</i> (Staudinger, 1884)			X			
* <i>Pterourus menatius cleotas</i> (Gray, 1832)				X		
<i>Pterourus scamander scamander</i> (Boisduval, 1836)			X	X		X
HESPERIIDAE (S=82)						
Pyrrhopyginae (S=5)						
* <i>Elbella adonis</i> (Bell, 1931)				X		
* <i>Elbella mariae mariae</i> (Bell, 1931)			X			
* <i>Mysoria barcastus barta</i> Evans, 1951	X					
* <i>Pyrrhopyge charybdis charybdis</i> Westwood, 1852	X	X				
<i>Sarbia damippe</i> Mabille & Boulet, 1908		X	X	X		X
Pyrginae (S=29)						
<i>Achlyodes busirus rioja</i> Evans, 1953	X	X	X	X		X
* <i>Achlyodes mithridates thraso</i> (Hübner, 1807)			X	X		
* <i>Anisochoria sublimbata</i> Mabille, 1883			X	X		
* <i>Astraptes erycina</i> (Plötz, 1881)			X	X		
<i>Astraptes fulgerator fulgerator</i> (Walch, 1775)	X		X	X		
* <i>Astraptes naxos</i> (Hewitson, 1867)		X	X	X		
* <i>Autochton integrifascia</i> (Mabille, 1891)		X		X		
* <i>Autochton zarex</i> (Hübner, 1818)		X	X	X		
<i>Celaenorhinus eligius punctiger</i> (Burmeister, 1878)	X	X	X	X		X
<i>Gorgythion begga begga</i> (Prittwitz, 1868)	X		X	X		
* <i>Helias phalaenoides palpalis</i> (Latreille, 1824)				X		
* <i>Heliopetes alana</i> (Reakirt, 1868)			X			
* <i>Heliopetes arsalte</i> (Linnaeus, 1758)			X			X
* <i>Heliopetes libra</i> Evans, 1944			X			
* <i>Heliopetes leucola</i> (Hewitson, 1868)			X			
* <i>Heliopetes omrina</i> (Butler, 1870)			X	X		
* <i>Heliopetes purgia</i> Schaus, 1902			X			
<i>Milanion leucaspis</i> (Mabille, 1878)		X	X	X		
* <i>Ocella monophthalma</i> (Plotz, 1884)				X		
<i>Phocides pialia pialia</i> (Hewitson, 1857)		X	X			
* <i>Pyrgus orcus</i> (Stoll, 1780)	X		X			
<i>Pythonides lancea</i> (Hewitson, 1868)	X	X	X	X		
* <i>Quadrus cerialis</i> (Stoll, 1782)			X			
<i>Staphylus sp.</i>	X		X	X		

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
* <i>Theagenes dichrous</i> (Mabille, 1878)	X		X	X		
* <i>Trina geometrina geometrina</i> (Felder & Felder, 1867)		X		X		
* <i>Urbanus dorantes</i> (Stoll, 1790)			X			
* <i>Urbanus esta</i> Evans, 1952			X			
<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)	X	X	X	X	X	X
Heteropterinae (S=1)						
* <i>Dardarina aspila</i> Mielke, 1966			X	X		
Hesperinae (S=47)						
* <i>Ancyloxypha nitedula</i> (Burmeister, 1878)						X
<i>Anthoptus epictetus</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X	X	
* <i>Appia appia</i> Evans, 1955						X
* <i>Arotis derasa brunnea</i> (Mielke, 1972)			X			
* <i>Callimormus interpunctata</i> (Plötz, 1884)		X	X	X		
<i>Callimormus rivera</i> (Plötz, 1882)	X	X	X	X	X	X
* <i>Cobalopsis nero</i> (Herrich-Schäffer, 1869)		X				
* <i>Cobalopsis vorgia</i> (Schaus, 1902)					X	
* <i>Conga iheringii</i> (Mabille, 1891)	X	X	X	X	X	X
* <i>Conga immaculata</i> (Bell, 1930)	X		X	X		
* <i>Conga zela</i> (Plotz, 1883)					X	
* <i>Copaeodes jean favor</i> Evans, 1955						X
* <i>Corticea innocerinus</i> (Hayward, 1934)					X	
* <i>Corticea lysias potex</i> Evans, 1955	X	X				X
* <i>Corticea obscura</i> Mielke, 1969			X	X		X
<i>Corticea sp.</i>				X		
<i>Cumbre cumbre</i> (Schaus, 1902)	X			X		
* <i>Cymaenes distigma</i> (Plötz, 1882)				X		
* <i>Cymaenes tripunctata</i> (Latreille, 1824)			X			
* <i>Enosis schausi</i> Mielke & Casagrande, 2002				X		
* <i>Hylephyla ancora</i> (Plötz, 1883)						X
<i>Lamponia lamponia</i> (Hewitson, 1876)		X	X	X		
* <i>Lucida lucia lucia</i> (Capronnier, 1874)				X		
* <i>Lucida ranesus</i> (Schaus, 1902)			X			
* <i>Lychnuchoides ozias ozias</i> (Hewitson, 1878)		X				
* <i>Lychnuchus celsus</i> (Fabricius, 1793)				X		
<i>Miltomiges cinnamomea</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	X	X	X			
* <i>Mnasitheus ritans</i> (Schaus, 1902)	X	X	X	X		
* <i>Moeris striga striga</i> (Geyer, 1832)		X				
* <i>Nastra lurida</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	X	X	X	X	X	
* <i>Nyctelius nyctelius nyctelius</i> (Latreille, 1824)			X			
* <i>Perichares philetus aurina</i> Evans, 1955		X				
* <i>Pompeius pompeius</i> (Latreille, 1824)		X	X			
<i>Psoralis stacara</i> (Schaus, 1902)		X				
* <i>Remella remus</i> (Fabricius, 1798)		X				
<i>Saniba sabina</i> (Plötz, 1882)		X		X		
* <i>Sodalia coler</i> (Schaus, 1902)	X	X	X	X		
* <i>Sucova sucova</i> (Schaus, 1902)			X			
* <i>Thespieus catochra</i> (Plötz, 1882)						X
* <i>Thespieus himella</i> (Hewitson, 1868)			X			
* <i>Thespieus jora</i> Evans, 1955				X		

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
<i>Vehilius clavacula</i> (Plötz, 1884)	X	X	X	X		
* <i>Vehilius inca</i> (Scudder, 1872)			X			
* <i>Vehilius stictomenes stictomenes</i> (Butler, 1877)			X			
<i>Vinius letis</i> (Plötz, 1883)		X				
* <i>Virga riparia</i> Mielke, 1969						X
<i>Zariaspes mys</i> (Hübner, 1808)		X	X	X		X
LYCAENIDAE (S=31)						
Theclinae (S=29)						
<i>Arawacus binangula</i> (Schaus, 1902)			X			
* <i>Arawacus ellida</i> (Hewitson, 1867)		X				
<i>Arawacus meliboeus</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X	X	X
<i>Arawacus separata</i> (Lathy, 1926)			X		X	
<i>Arawacus tadita</i> (Hewitson, 1877)		X	X			
* <i>Brevianta celelata</i> (Hewitson, 1874)						X
<i>Calycopis caulonia</i> (Hewitson, 1877)		X	X	X		X
<i>Contrafacia imma</i> (Prittowitz, 1865)		X	X	X		
* <i>Cyanophrys acaste</i> (Prittowitz, 1865)		X		X		
* <i>Cyanophrys remus</i> (Hewitson, 1868)	X	X	X	X		
<i>Denivia curitibaensis</i> (K. Johnson, 1992)				X		
* <i>Denivia deniva</i> (Hewitson, 1874)			X	X		X
* <i>Dicya ca. eumorpha</i> (Hayward, 1949)			X			
* <i>Erora gabina</i> (Godman & Salvin, 1887)			X			
* <i>Gargina caninius</i> (H.H. Druce, 1907)		X				
* <i>Hypostrymon</i> sp.		X				
* <i>Lamprospilus nubilum</i> (H. H. Druce, 1907)	X		X	X		
<i>Laothus phydela</i> (Hewitson, 1867)		X	X	X	X	
* <i>Ocaria thales</i> (Fabricius, 1793)	X					
<i>Parrhasius selika</i> (Hewitson, 1874)	X					
* <i>Rekoa malina</i> (Hewitson, 1867)		X	X			
* <i>Siderus philinna</i> (Hewitson, 1868)		X				
* <i>Strymon bazochii</i> (Godart, 1824)			X			
* <i>Strymon lucena</i> (Hewitson, 1868)			X			
<i>Strymon oreala</i> (Hewitson, 1868)			X			
* <i>Thaeides theia</i> (Hewitson, 1870)	X					
<i>Theritas hemon</i> (Cramer, 1775)				X		
<i>Theritas triquetra</i> (Hewitson, 1865)		X	X	X	X	X
* <i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)			X			
Polyommatainae (S=2)						
<i>Leptotes cassius</i> (Cramer, 1775)			X			
<i>Zizula cyna</i> (H. H. Edwards, 1881)			X			
RIODINIDAE (S=16)						
Euselasinae (S=1)						
* <i>Euselasia euploea</i> (Hewitson, 1855)		X	X			
Riodininae (S=15)						
* <i>Barbicornis basilis mona</i> Westwood, 1851			X			
* <i>Calephelis nr. braziliensis</i> McAlpine, 1971			X			
<i>Charis cadytis</i> Hewitson, 1866	X	X	X	X		X
* <i>Dachetola azora</i> (Godart, 1824)	X		X	X		X

	Trilhas					
	MN	NR	RA	RF	RP	CN
* <i>Enesis melancholica</i> Stichel, 1916	X	X	X	X		
* <i>Harveyope argiella</i> (H.W. Bates, 1868)		X	X			
* <i>Harveyope sejuncta</i> (Stichel, 1910)			X	X		
* <i>Ithomiola nepos</i> (Fabricius, 1793)		X	X			
* <i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, 1809)			X			
* <i>Melanis smithiae</i> (Westwood, 1851)	X					
* <i>Pirasca sagaris phrygiana</i> (Stichel, 1916)	X		X			
* <i>Pseudotinea</i> cf. <i>hemis</i> (Schaus, 1927)			X	X		
<i>Stichelia bocchoris</i> (Hewitson, 1876)	X	X	X	X	X	
* <i>Synargis axenus</i> (Hewitson, 1876)						X
* <i>Synargis paulistina</i> (Stichel, 1910)			X	X	X	

Tabela 2. Representatividade das famílias de borboletas para diferentes localidades.

	Sul América do Sul	Brasil	Maquiné	FOM-CCS
	Mor	B&F	I&R	
Nymphalidae	28,1	24	36	39
Hesperiidae	41,3	35,5	33	29,6
Lycaenidae	22	36	19	17*
Pieridae	5,2	2	8	9,4
Papilionidae	3,4	2,5	4	5

Tabela 3. Novos registros de borboletas para o Rio Grande do Sul, Brasil.

Famílias/Subfamílias	Espécies	Data da primeira coleta
NYMPHALIDAE		
Ithomiinae	<i>Hyalenna pascua</i> (Schaus, 1902)	20.v.2007
Satyrinae	<i>Euptychoides castrensis</i> (Schaus, 1902)	26.iii.2006
	<i>Ypthimoides viviana</i> (Romieux, 1927)	08.iii.2008
Heliconiinae	<i>Actinote alalia</i> (Felder & Felder, 1860)	03.ii.2007
HESPERIIDAE		
Pyrginae	<i>Ocella monophthalma</i> (Plötz, 1884)	03.ii.2008
Hesperiinae	<i>Arotis detersa brunnea</i> (Mielke, 1972)	31.xii.2007
	<i>Enosis schausi</i> Mielke & Casagrande, 2002	02.ii.2007
LYCAENIDAE		
Theclinae	<i>Erora gabina</i> (Godman & Salvin, 1887)	11.xii.2006
	<i>Gargina caninius</i> (H.H. Druce, 1907)	26.v.2007
	<i>Siderus philinna</i> (Hewitson, 1868)	01.i.2008
RIODINIDAE		
Riodininae	<i>Harveyope sejuncta</i> (Stichel, 1910)	12.xii.2006
	<i>Pseudotinea</i> cf. <i>hemis</i> (Schaus, 1927)	11.xii.2006
	<i>Synargis paulistina</i> (Stichel, 1910)	31.xii.2007

5.3. Artigo 3

Manuscrito a ser submetido para a Diversity and Distributions

Padrões de sazonalidade da assembléia de borboletas em uma região subtropical da Floresta

Atlântica no sul do Brasil

Sazonalidade de borboletas na Floresta Atlântica subtropical

Cristiano Agra Iserhard (autor para correspondência)^{1,3}

Helena Piccoli Romanowski¹

Milton de Souza Mendonça Jr.²

1. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, laboratório 218, CEP 91501-970. Porto Alegre, RS, Brasil.
2. Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Avenida Bento Gonçalves, 9500, prédio 43422, CEP 91501-970. Porto Alegre, RS, Brasil.
3. e-mail para correspondência: cristianoagra@yahoo.com.br

Resumo

Objetivos – Registrar padrões de sazonalidade nas famílias e subfamílias de borboletas em uma região subtropical e avaliar como a variação temporal afeta diferentes parâmetros de diversidade na assembléia de borboletas em duas fisionomias de Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul após dois anos de amostragem.

Localidades – Região de Floresta Atlântica no sul do Brasil, contemplando ambientes de Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista.

Métodos – Foram analisadas a variação temporal e sazonalidade nas diferentes formações de Floresta Atlântica para a composição de espécies de borboletas através de uma MANOVA, além da riqueza de espécies, abundância e equitabilidade através de ANOVAs. Foi realizada uma Análise de Correspondência para as subfamílias de borboletas para verificar sua relação com as localidades estudadas e as estações do ano.

Resultados – A sazonalidade afeta a diversidade e composição de borboletas entre as regiões de Floresta Atlântica. A riqueza e abundância são maiores no verão e outono na Floresta Ombrófila Densa (região mais quente), enquanto que estes mesmos parâmetros de diversidade são elevados apenas no verão na Floresta Ombrófila Mista (região de altitudes mais elevadas e mais fria), ocorrendo no inverno um decréscimo muito grande na riqueza e abundância de borboletas. Estes parâmetros foram significativamente diferentes nas estações e formações vegetais, bem como na interação entre estes. Foram registradas aproximadamente 30% de espécies marcadamente sazonais, e também 30% das espécies ocorreram ao longo de todas as estações na Floresta Atlântica. Nymphalidae determina o padrão geral de riqueza e abundância da assembléia de borboletas ao longo do tempo.

Conclusões – Foi verificada sazonalidade na fauna de borboletas nesta região de Floresta Atlântica. Há variações marcadas na riqueza de espécies e abundância de borboletas conforme a fisionomia se altera. Ressalta-se a família Nymphalidae como descritora dos padrões gerais da assembléia de borboletas, e o verão e início de outono como o período mais adequado para atividades de monitoramento nesta região subtropical do Brasil.

Palavras-chave: Distribuição temporal, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, monitoramento de borboletas, padrões sazonais, riqueza de espécies.

Introdução

Muitos organismos, especialmente populações de insetos, são altamente influenciados por variações sazonais ao longo dos anos. O clima controla a atividade destes organismos (Gutiérrez & Menendez, 1998), sendo que os principais fatores climáticos atuantes sobre os mesmos são a

temperatura, umidade e fotoperíodo. Todos esses atributos podem também afetar a distribuição e disponibilidade de recursos alimentares, que variam sazonalmente (Wolda, 1978; Wolda 1988; Pozo *et al.*, 2008), moldando a abundância e ocorrência dos insetos (Wolda, 1988).

Estudos envolvendo padrões sazonais de insetos em regiões tropicais e subtropicais ainda são escassos. Na região temperada, insetos herbívoros possuem variação marcada na sazonalidade em relação a abundância e período de atividade, e, em geral, possuem espécies univoltinas sem sobreposição de gerações. Neste caso, a sobrevivência dos insetos ocorre através dos estágios imaturos (Wolda, 1988). Nos trópicos esta variação ocorre e é mais explicada pela precipitação do que temperatura e fotoperíodo, os adultos são constantes ao longo do tempo, mostrando sobreposição de gerações e multivoltinismo em muitas espécies (Wolda, 1988). Estações com períodos de seca e chuva são características de muitos ambientes tropicais, e a sazonalidade da fauna nestas regiões é mais complexa do que se imagina e ainda pouco entendida (Hamer *et al.*, 2005). Em geral, nos trópicos não existe um período de seca característica, e supõe-se que a abundância e atividade dos adultos seja menos variável (Hebert, 1980).

Borboletas possuem íntimas associações com seus habitats e são sensíveis a pequenas variações ambientais, principalmente no que diz respeito a mudanças no microclima. Além disso, seu ciclo de vida é estritamente relacionado a tais variações, podendo mudar até mesmo dentro de cada família, onde algumas delas respondem com diferentes estratégias ao longo das estações. De acordo com Braby (1995) e Hill *et al.* (2003), borboletas das regiões tropicais são potencialmente sensíveis a mudanças sazonais na precipitação, mas o problema é a existência de poucos estudos avaliando os padrões de sazonalidade nas comunidades destes insetos (DeVries *et al.*, 1999). Shapiro *et al.* (2003) realizaram uma revisão sobre fenologia e sazonalidade de borboletas, avaliando o padrão de distribuição temporal durante quatro anos de amostragem em duas regiões da Califórnia, EUA, e concluíram que sua diversidade apresenta grande variação entre anos.

Em termos de inventários de fauna, existe a necessidade de saber a variação na riqueza de espécies e abundância ao longo das estações e em quais períodos do ano a amostragem é mais

vantajosa, a fim de otimizar os esforços para períodos de maior ocorrência e atividade do organismo estudado.

O Rio Grande do Sul está localizado na região subtropical do Brasil, e possui no nordeste do Estado o limite sul de distribuição da Floresta Atlântica. Nesta área, a fisionomia da vegetação apresenta características particulares de variação de altitude, a qual muda drasticamente do nível do mar até 800-1000 metros em poucos quilômetros de distância, da Planície Costeira através das encostas da Serra Geral até os Campos de Cima da Serra, localizado no Planalto Basáltico Riograndense. Existem quatro estações distintas com a ausência de período seco característico, e uma grande variação na amplitude de temperatura e outros atributos climáticos entre as estações neste bioma. Questiona-se se a diferença de altitude e as condições adversas de clima (principalmente temperatura) podem explicar a variação na distribuição temporal e diversidade de borboletas nas diferentes fisionomias deste bioma.

Os objetivos deste trabalho são (i) registrar padrões de sazonalidade nas famílias, subfamílias e assembléias de borboletas em diferentes ambientes em uma região subtropical; (ii) avaliar como a variação temporal afeta diferentes parâmetros de diversidade em duas fisionomias de Floresta Atlântica no Rio Grande do Sul após dois anos de amostragem, e (iii) prover informações sobre processos ecológicos espaço-temporais para a otimização de protocolos de amostragem, objetivando a conservação e o monitoramento de borboletas em regiões subtropicais.

Material e Métodos

Área de estudo – O estudo foi desenvolvido em duas áreas de Floresta Atlântica na região nordeste do Rio Grande do Sul, distantes aproximadamente 40 km uma da outra. As duas localidades estão na mesma latitude, portanto, possuindo o mesmo fotoperíodo. Diferenças contrastantes de precipitação e, mais marcadamente, de temperatura ocorrem entre as duas áreas, desta forma, comparações podem ser realizadas.

Uma área está localizada no município de Maquiné (29°35'S 50°16'W), que possui superfície de aproximadamente 546 km², entre a Planície Costeira e as encostas da Serra Geral,

sendo caracterizada por ser uma região de Floresta Atlântica subtropical com altitudes variando de 100 a 950 metros. O clima é subtropical, tipo Cfa, com temperaturas variando de 3°C a 38 °C e precipitação de 1650 mm (Nimer, 1990). A vegetação nativa do Vale do rio Maquiné é predominantemente uma densa floresta subtropical, mas contém também importantes áreas de Floresta Ombrófila Mista e campos de altitude, no Planalto Basáltico. Atualmente, a cobertura da terra consiste de um mosaico de vegetação secundária com vários graus de desenvolvimento e agricultura.

A outra área é a Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) (29°24' S 50°22' W), município de São Francisco de Paula, localizada no Planalto Basáltico Riograndense (Fernandes & Backes, 1998). Compreende aproximadamente 1600 hectares de Floresta Ombrófila Mista, mas com áreas de reflorestamento de *Araucaria angustifolia*, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. As altitudes variam de 850 a 950 metros e o clima é temperado (Cfb), com temperatura média anual de 14,5°C e 2250 mm de precipitação (Backes, 1999).

Ambas as localidades não possuem período de seca característica (Nimer, 1990), com quatro estações distintas: verão quente (final de dezembro a março), outono (final de março a junho), inverno frio (final de junho a setembro) e primavera (final de setembro a dezembro). O outono e a primavera possuem grande oscilação na temperatura ao longo dos dias, com calor no meio do dia e frio à noite.

A Figura 1 mostra as médias mensais de temperatura e precipitação em Maquiné e FLONA ao longo dos dois anos de amostragem. Estes dados foram obtidos da estação meteorológica do Laboratório de Agroclimatologia da FEPAGRO e da Floresta Nacional de São Francisco de Paula. As médias mensais de temperatura foram similares para cada localidade nos anos de 2006 e 2007, com exceção do inverno de 2007, com temperaturas mais baixas. As grandes diferenças observadas foram em relação à temperatura, onde a FLONA possuiu médias mensais mais baixas do que em Maquiné; e o grande volume de chuva no ano de 2007 (principalmente em março) em Maquiné, sendo a precipitação na FLONA menor e mais homogênea ao longo do tempo.

Amostragem – Foram selecionadas doze transecções (seis em cada localidade) nesta região de Floresta Atlântica. Foram realizadas duas amostragens por estação de março de 2006 a março de 2008 para cada área de estudo. As amostragens foram conduzidas por três coletores munidos de rede entomológica, caminhando em um passo constante ao longo das transecções. Todos os coletores possuíam experiência com a técnica utilizada, possuindo habilidades similares de captura de borboletas, o que diminuía sobremaneira diferenças na coleta. O esforço amostral foi padronizado em duas horas-rede; borboletas visualizadas eram registradas e quando necessário para identificação, capturadas com auxílio das redes entomológicas (para mais detalhes vide Paz *et al.*, 2008). Indivíduos não identificados em campo eram acondicionados em envelopes entomológicos para posterior montagem e identificação em laboratório. Todos espécimes coletados estão depositados na Coleção de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da UFRGS. A nomenclatura seguiu Lamas (2004) e Mielke (2005).

O tempo de amostragem em cada transecção foi alternado entre a manhã e a tarde em cada ocasião amostral, e todas as amostragens foram realizadas entre o período das 10 h as 16 h. Este período de tempo mostra grande atividade da maioria das espécies de borboletas amostradas através da metodologia de Pollard (Walpole & Sheldon, 1999). O pico de atividade de borboletas ao longo do dia é exatamente neste período, antes e depois disto, poucas espécies e indivíduos são registrados (Walpole & Sheldon, 1999; Wikström *et al.*, 2008).

Análise dos dados – Foi calculado o índice de diversidade de Shannon-Wiener separadamente para as estações em Maquiné e FLONA. Foram avaliadas a variação na riqueza e abundância do total da assembléia e das famílias de borboletas, bem como as espécies exclusivas para cada estação. Foi realizada uma ANOVA com testes de permutação (Pillar & Orlóci, 1996) para avaliar os efeitos dos fatores ‘estação’ e ‘sítio’ (Maquiné and FLONA), bem como a interação entre estes fatores, na riqueza de espécies, abundância e equitabilidade. Para abundância e riqueza foi realizada uma ANOVA para cada sítio separadamente. Para as análises, foi realizada uma transformação logarítmica no número de indivíduos. No delineamento da ANOVA, anos foram tomados como

blocos, e suas soma dos quadrados removidas da análise. Para isto, permutações entre unidades amostrais foram aninhadas dentro de anos; depois do aninhamento, anos foram permutados como conjuntos (maiores detalhes em Pillar, 2006).

Para avaliar o efeito das 'estações' e 'sítios', e a interação entre estes fatores na composição da assembléia de borboletas encontrada em cada amostragem foi realizada uma MANOVA com testes de permutação (Pillar & Orlóci, 1996), calculadas através de uma matriz quantitativa de dados. Para isto, unidades amostrais (borboletas encontradas bimestralmente em cada transecção ao longo de dois anos) foram padronizadas pelas médias de ajuste duplo (Legendre & Legendre, 1998). Para esta análise foram utilizados os mesmos procedimentos de permutação aos da ANOVA. Em ambas as análises, foram utilizadas distâncias Euclidianas como índice de dissimilaridade, e a soma dos quadrados entre grupos (Qb statistics) foi utilizado como critério do teste.

Para avaliar a variação na riqueza e abundância para cada família de borboleta em relação a elas mesmas ao longo das estações, foram calculados seus valores médios para cada um dos parâmetros e a variação na porcentagem dessas médias observadas em cada estação.

Foi realizada uma Análise de Correspondência (CA) a fim de comparar a distribuição das subfamílias de borboletas ao longo das estações e localidades estudadas (Legendre & Legendre, 1998). Assim como para a MANOVA, foi utilizada uma matriz quantitativa de dados, com a abundância das espécies de borboletas ao longo dos dois anos de amostragem para cada sítio. Todas as análises foram realizadas através do software MULTIV 3.5 (Pillar, 2006) e Past (Hammer *et al.*, 2003).

Resultados

Após dois anos de amostragem e 1000 horas-rede de esforço amostral, foram registrados 16400 indivíduos em 393 espécies de borboletas para as duas áreas de Floresta Atlântica. Maquiné obteve um total de 9387 indivíduos distribuídos em 330 espécies, enquanto que na FLONA foram amostrados 7013 indivíduos e 246 espécies.

O padrão de distribuição temporal da comunidade de borboletas para Maquiné e FLONA ao longo dos dois anos mostrou que os picos de riqueza e abundância em Maquiné ocorreram nos outonos e verões, e na FLONA esses picos foram apenas no verão, decrescendo logo após (Tabela 1; Fig. 2). O inverno aparece sendo a estação mais desfavorável para as assembléias de borboletas de ambas as localidades, porém com um decréscimo maior na riqueza e abundância para a FLONA (Fig. 2b, d).

A análise dos efeitos da sazonalidade e localidade revelou que estes são significativos para abundância, riqueza e equitabilidade, bem como a interação entre estações e sítios para abundância e marginalmente significativa para a riqueza ($p < 0,05$) (Tabela 2). Separando-se a análise por localidade, a ANOVA para riqueza e abundância não mostra diferença significativa entre outono e verão para Maquiné, mas para a FLONA sim, assim como a primavera e o verão (Tabelas 3 e 4).

A MANOVA para composição de espécies apresentou diferenças altamente significativas tanto para o fator estação quanto para o fator sítio (Tabela 5). A interação significativa da composição de espécies de borboletas entre os mesmos significa que as estações são eventos dependentes dos sítios, variando associadamente à área de estudo avaliada, corroborando os resultados apresentados na Figura 2.

Quando a sazonalidade é avaliada separadamente entre as famílias, Nymphalidae e Hesperiiidae possuem um mesmo padrão (Fig. 3a, b) que se assemelha (sobretudo a primeira família), em termos de riqueza de espécies, à distribuição da assembléia de borboletas como um todo (Fig. 2a, b). As demais famílias - Lycaenidae, Pieridae, Riodinidae e Papilionidae – tem o padrão na variação no número de espécies parecido entre Maquiné e FLONA. Nymphalidae e Pieridae tiveram picos de riqueza no outono para as duas localidades; Papilionidae apresentou mais espécies na primavera e verão, também em ambos os locais; as demais famílias revelaram tendência de maior riqueza em direção ao outono em Maquiné e, mais precocemente, concentrados no verão na FLONA.

Em relação à abundância, sobressai-se Nymphalidae e, embora bem menos abundante, em Maquiné, Pieridae acompanha seu ritmo de variação (Fig. 3c, d). As demais famílias mantiveram números bem mais baixos. Na FLONA, Nymphalidae também apresentou abundância marcadamente superior. Chama atenção a baixa abundância de todas as famílias de borboletas no inverno do segundo ano (Fig. 3c, d), sendo esta muito mais marcada na FLONA. A variação sazonal na abundância das borboletas em ambos locais foi praticamente determinada por Nymphalidae.

Nymphalidae, Hesperidae e Pieridae são as famílias que menos variam a riqueza de espécies em relação a si próprias ao longo das estações, por outro lado, Lycaenidae e, principalmente, Riodinidae e Papilionidae possuem uma variação e uma flutuação muito maior ao longo do tempo (Fig. 4a, b). Este padrão fica menos evidente quando se comparam as abundâncias: apesar do número de indivíduos possuir variação sazonal semelhante entre as famílias, em Maquiné destaca-se maior variação para Nymphalidae, Pieridae e Papilionidae (NPP) e na FLONA o mesmo padrão da riqueza de espécies é mantido, com uma oscilação ainda maior em Riodinidae e Lycaenidae (Fig. 4c, d).

No total de 128 espécies marcadamente sazonais (exclusivas a uma estação do ano), o outono possui a maior riqueza com 51 espécies, seguido do verão (47), primavera (25) e inverno que possui apenas 5 espécies (Tabela 6). Dessas, 63% representam singletons e 17% doubletons. O verão e o outono apresentam, também mais espécies exclusivas para cada estação em cada localidade (Fig. 5). Proporcionalmente, Riodinidae e Lycaenidae apresentaram muitas espécies com ocorrência restrita a uma estação (Fig. 4).

Ao todo, as regiões contempladas no estudo possuíram 22 espécies que ocorreram ao longo de todas as estações e em ambas as áreas, representando cerca de 6% da riqueza de espécies e 40% do total de indivíduos amostrados (Tabela 7). Todavia, mesmo para estas espécies – e sobretudo para as mais abundantes – houve muita variação na densidade ao longo das estações e entre os dois sítios. Maquiné possui 74 espécies que ocorreram em todas as estações (22% do total para

Maquine), sendo 33 (10.0%) Nymphalidae, 15 (4.5%) Pieridae, 4 (1,2%) Papilionidae, 19 (5.8%) Hesperidae, 2 (0.6%) Lycaenidae e 1 (0.3%) Riodinidae. A FLONA possui 37 espécies ocorrendo ao longo de todas as estações (15% do total de espécies da FLONA), sendo 19 (7.7%) Nymphalidae, 7 (2.8%) Pieridae, 1 (0.4%) Papilionidae, 6 (2.4%) Hesperidae, 3 (1.2%) Lycaenidae e 1 (0.4%) Riodinidae.

A Análise de Correspondência demonstra uma separação evidente entre as áreas de estudo, sendo que para a região de Maquiné não há uma distinção muito clara entre as estações, enquanto que para a FLONA percebe-se um agrupamento entre pontos de mesmas estações, sugerindo efeitos mais marcantes de sazonalidade e um padrão de variação temporal mais visível (Fig. 6a). A Figura 6b ilustra quais subfamílias de borboletas são mais relacionadas tanto aos sítios quanto às estações do ano. Percebe-se uma associação das subfamílias Heteropterae e Pierinae com o inverno; Charaxinae, Pyrrhopyginae e Theclinae com a primavera; Satyrinae e Riodinidae com a primavera e o verão; Ithomiinae, Hesperinae e Limenitidinae com outono e verão na FLONA. Morphinae, Heliconiinae, Euselasiinae, Pyrginae, Papilioninae, Biblidinae, Nymphalinae, Polyommatae e Coliadinae agrupam-se a Maquiné, porém sem definição de sazonalidade, já que para Maquiné os pontos das estações não evidenciaram agrupamentos, sugerindo uma distribuição mais homogênea e a ocorrência de alguns representantes destas subfamílias ao longo de todo o ano, ou pelo menos no verão e outono e, com menos frequência, na primavera. A única exceção é a subfamília Papilioninae, que está mais associada à primavera, e Morphinae ao verão. Apaturinae e Dismorphiinae aparecem entre os dois sítios, sendo a primeira associada à primavera e ao verão, a segunda ao outono e inverno.

Discussão

Foi verificada sazonalidade, que afeta preponderantemente riqueza e abundância, e o efeito das estações do ano diferiu entre as localidades. A interação entre sítios e estações para tais parâmetros e para composição das assembléias mostra que o efeito das estações é evento dependente dos sítios, e que o padrão temporal de distribuição das famílias e subfamílias são

moldados pelos atributos dos mesmos. Para Maquiné há uma forte relação entre o verão e o outono, além de uma persistência maior das espécies de borboletas ao longo de todas as estações, inclusive no inverno. Diferenças na composição de espécies e as maiores riqueza e abundância totais em Maquiné se atribuem a menores variações nas amplitudes de temperatura e ao clima mais ameno de altitudes mais baixas. Para as espécies que se mantêm ao longo de todo o ano, Maquiné além de possuir o dobro da riqueza em relação à FLONA apresenta dois picos de riqueza e abundância (Tabela 7). Em contrapartida na FLONA o mesmo não ocorre, as estações do ano são mais marcadas e distintas entre si, onde cada uma delas parece possuir características peculiares. Apesar das duas localidades situarem-se na mesma latitude, expostas, portanto, ao mesmo fotoperíodo, as condições geográficas e altitudinais determinam diferenças marcantes de amplitude térmica ao longo das estações (Fig. 1). Acredita-se que estes fatores para a FLONA sejam limitantes na sobrevivência e manutenção de adultos de borboletas.

O inverno é significativamente diferente das demais estações em termos de riqueza e abundância para ambas as localidades, gerando baixos valores de diversidade e número de espécies exclusivas. Surpreendentemente para nenhuma das duas localidades a primavera mostrou-se uma estação muito rica e diversa, inclusive em determinadas amostragens se equivalendo ao inverno. Nos períodos de amostragem, a primavera possuiu médias mais baixas de temperatura e pluviosidade. Contrariamente ao descrito por Wolda (1988) e Pozo *et al.* (2008), que em regiões temperadas adultos de borboletas tendem a ser mais abundantes e restritos às estações de primavera e verão, no presente estudo as estações mais favoráveis foram o verão e o outono, assinalando as peculiaridades das regiões subtropicais.

Parece haver uma assincronia entre as duas áreas de estudo, enquanto Maquiné tende a aumentar riqueza e abundância ainda no início da primavera, chegando ao verão com uma alta riqueza, na FLONA este efeito parece ser mais demorado; após uma redução drástica na riqueza e abundância no inverno, estes parâmetros só aumentam novamente quase ao final da primavera, atingindo o pico no verão. Alguns fatores que poderiam explicar esta assincronia são a (i) migração

de espécies das regiões mais baixas de Maquiné para a FLONA conforme as condições climáticas vão se tornando mais amenas, (ii) o clima da FLONA se tornar mais favorável tanto para a brotação e floração de espécies vegetais, que sirvam de recurso, quanto para favorecer a quebra da diapausa dos estágios imaturos das borboletas locais somente próximo ao verão, ou (iii) ambas as situações. De acordo com Brown & Freitas (2000) movimentos sazonais de adultos de borboletas podem ser observados ao longo de muitos quilômetros, e migrações podem ser inferidas até centenas de quilômetros em regiões de Floresta Atlântica no Brasil. Além disso, migrações e movimentos verticais de borboletas para altitudes elevadas são relatados ao final da primavera ou início do verão para a busca de folhas novas para o desenvolvimento de imaturos ou de recursos florais para os adultos (Brown & Freitas, 2000). As suposições apresentadas acima são baseadas tanto em literatura quanto em observações a campo ao longo de anos na região de Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul; estudos posteriores podem vir a elucidar esses processos.

Nymphalidae e Hesperiiidae são as famílias mais ricas no Rio Grande do Sul (Iserhard & Romanowski, 2004; Morais *et al.*, 2007, Iserhard *et al.* artigos 1 e 2 desta tese), e dominaram tanto na Floresta Ombrófila Densa quanto na Mista, onde suas variações espaço-temporais em abundância e riqueza de espécies ao longo do tempo acabam por determinar as assembléias de borboletas como um todo. Nymphalidae destaca-se, pois possui uma alta abundância, somente com um declínio abrupto (assim como todas as outras famílias) no inverno do segundo ano de amostragem na FLONA. Por outro lado, Hesperiiidae possui baixa abundância no espaço e no tempo e populações menores e mais localizadas da maioria de suas espécies. As demais famílias, por possuírem, para o Rio Grande do Sul, uma riqueza de espécies mais baixa, tem seu padrão de variação sazonal oculto pela tendência das famílias mais ricas. Por isto sua variabilidade é melhor visualizada em proporção às suas riquezas e abundâncias médias (vide Fig. 4). Assim, vistas, Nymphalidae, Hesperiiidae e Pieridae foram as famílias que menos variaram: esta constância sazonal é um indicativo de manutenção de indivíduos adultos em todas as estações. Apesar de Papilionidae possuir apenas um registro de espécie exclusiva em uma estação, a família mostra-se

sensível a variações sazonais com um padrão extremamente marcado de oscilações na riqueza e abundância com poucos ou nenhum indivíduo registrados no inverno. Acredita-se que a sobrevivência desta família no inverno rigoroso do Rio Grande do Sul ocorre, em grande parte, através dos seus estágios imaturos.

Juntando-se os parâmetros de riqueza e abundância, Nymphalidae é a família que mais persiste ao longo dos anos. Por ser um grupo relativamente fácil de amostrar através de diferentes metodologias de coleta, serviria como uma excelente descritora dos padrões sazonais das assembléias de borboletas como um todo para o Rio Grande do Sul. Avaliação semelhante é descrita por Brown & Freitas (2000) em amplo estudo com borboletas da Floresta Atlântica da região sudeste do Brasil, mas sugerindo NPP como descritores gerais da assembléia de borboletas. Sugere-se que, para o Rio Grande do Sul, Papilionidae não seja um bom descritor pela sua alta flutuação sazonal. Pieridae apesar de boa representatividade de indivíduos ao longo do tempo possui também poucas espécies no Estado. Lycaenidae e Riodinidae, por outro lado, apresentaram muita variação entre estações.

Grande maioria das espécies registradas em todas as estações e nos dois sítios ao longo dos dois anos de amostragem são espécies comuns e amplamente distribuídas no Estado, sendo a maioria já registradas anteriormente na Floresta Atlântica (Teston & Corseuil, 1999, 2000, 2002; Corseuil *et al.*, 2004; Iserhard & Romanowski, 2004; Quadros *et al.*, 2004; Marchiori & Romanowski, 2006; Morais *et al.*, 2007; Paz *et al.*, 2008). Chama a atenção *Heraclides hectorides* (Esper, 1794), o único papilionídeo registrado ao longo de todo o ano nas duas localidades. A riqueza de espécies encontrada ao longo de todas as estações em pelo menos em um dos sítios chega a 133 espécies. Isto representa em torno de um terço da riqueza total, constituindo-se em representantes de ampla distribuição geográfica nas diferentes fisionomias de Floresta Atlântica, que se mantém nas mais diversas condições climáticas. Provavelmente tratam-se de espécies multivoltinas, sobrepondo gerações entre as estações e ao longo dos anos.

As espécies com características sazonais, por sua vez, somaram 128 espécies, indicando que também aproximadamente um terço desta fauna possui espécies univoltinas, com estágio adulto restrito a condições ótimas. Destaca-se Morphinae (tribo Brassolini), Pyrrhopyginae e Riodininae relacionadas ao verão e Biblidinae, Apaturinae e Hesperinae associadas ao outono. A grande quantidade de espécies exclusivas de Lycaenidae, Riodinidae e Hesperidae na primavera e verão (vide Fig. 5) provavelmente associa-se a floração de espécies vegetais, já que estas famílias são indicadoras de recursos florais no ambiente (Brown, 1992; Brown & Freitas, 1999). Ao mesmo tempo as mesmas perfazem a maioria dos singletons e doubletons das espécies exclusivas, formando juntas em torno de 80% do total destas espécies. Em geral representantes destas três famílias são inconspícuos e, muitos, de tamanho diminuto. Apesar de terem sido amostradas em apenas um evento ao longo das amostragens, são descritores importantes de assembléias de borboletas da Floresta Atlântica e do Rio Grande do Sul.

Apesar da maioria das subfamílias ocorrerem em ambas localidades e ao longo do ano, a sua composição de espécies varia com a diferença de sazonalidade entre Maquiné e FLONA (vide Fig. 6). A grande riqueza e abundância de Limenitidinae pode estar associada ao fato da região da Floresta Ombrófila Mista na FLONA possuir grande quantidade da planta *Rubus* sp., recurso alimentar para os estágios imaturos de espécies de *Adelpha*.

Algumas das subfamílias citadas acima são referidas como características de ambientes de topos de morro e altitudes elevadas, entre elas Charaxinae, Theclinae e Heteropterinae (Brown, 1992; Mielke, 1980). Vale lembrar que esta última subfamília é monotípica, onde a espécie representante ocorreu apenas na FLONA (Iserhard *et al.* artigo 2 desta tese), e além deste registro possui outros para localidade com altitude elevada no Rio Grande do Sul (Mielke, 1980). Além disso, entre os inventários de borboletas realizados no Rio Grande do Sul, os Campos de Cima da Serra e a Floresta com Araucária são fisionomias com grande representatividade de Satyrinae e Ithomiinae (Teston & Corseuil, 2002, Iserhard *et al.* artigo 2 desta tese). Já as subfamílias associadas à Maquiné, parecem estar relacionadas a altitudes mais baixas, temperaturas mais

elevadas e possivelmente com a ampla gama de ambientes próprios desta região de Floresta Ombrófila Densa. Como exemplo pode-se citar Morphinae, Heliconiinae, Biblidinae e Coliadinae, todas típicas desta região de Floresta Atlântica, com alta riqueza e abundância total quando comparadas à FLONA, e constantes ao longo do ano principalmente em relação a abundância por estação, e em alguns casos (*Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775) por exemplo) com alta riqueza até mesmo no inverno (vide Tabela 7).

Levando-se em consideração a escassez de trabalhos envolvendo a sazonalidade de insetos nas regiões tropicais e subtropicais, este estudo é pioneiro a avaliar quantitativamente padrões de distribuição temporal de assembléias de borboletas ao longo de mais de um ano. Apesar de estar inserido na região Neotropical, o Estado do Rio Grande do Sul está em uma zona de transição, considerado de clima predominantemente subtropical. A Figura 1 ilustra bem a amplitude de variação de temperatura entre os extremos do inverno e do verão na Floresta Atlântica e a Figura 2 os padrões de abundância e riqueza concentrados no verão e, dependendo do local, expandindo-se até o outono. A permanência de espécies muito abundantes e distribuídas ao longo de todo o ano, assim como populações extremamente sazonais de ocorrência em apenas determinada estação do ano evidenciam este padrão.

Ressalta-se a importância de avaliar a flutuação das assembléias ao longo do tempo e verificar padrões sazonais em determinados grupos de borboletas, apesar do grande esforço que isso implica em termos de tempo, recursos humanos e financeiros. A partir deste conhecimento pode-se padronizar protocolos de amostragem para diferentes fins, como por exemplo, monitoramentos ou inventários rápidos de fauna, visando estratégias conservacionistas. Para a realização de inventários rápidos com o objetivo de fornecer uma descrição geral da assembléia de borboletas de determinado local, após dois anos de amostragem nestas diferentes fisionomias de Floresta Atlântica, sugere-se que os esforços sejam concentrados entre o final da primavera (início de dezembro) e o meio do outono (final de abril), época de maior riqueza e abundância de grande parte das famílias e subfamílias de borboletas no Rio Grande do Sul. Em termos de monitoramento em longo prazo,

acredita-se que a riqueza de espécies possa ser descrita pela família Nymphalidae, bem representada qualitativamente e quantitativamente ao longo de todas as estações e nos dois sítios amostrados. A otimização do esforço através desta família pode gerar resultados adequados para a avaliação das borboletas em regiões subtropicais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Ecologia de Insetos – UFRGS e aos demais colegas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Leandro da Silva Duarte pelo auxílio imprescindível nas análises estatísticas. À Paola Stumpf, técnica ambiental da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA-RS) pelo auxílio e pela permissão de realização das amostragens na região de Maquiné, e a administração e funcionários da Floresta Nacional de São Francisco de Paula em nome da Sra. Edenice Brandão (ICMBio). À Mariana Aita, do Laboratório de Agrometeorologia da FEPAGRO pela disponibilização dos dados meteorológicos da região de Maquiné. CNPq (Processos nº 473838/2006-0 e 472175/2007-6, bolsa PQ processo 308292/2007-3) financiou este projeto e CAPES concedeu bolsa de doutorado a Cristiano Agra Iserhard. As coletas foram realizadas com a licença permanente do IBAMA nº 11990-1, registro 2019567. Contribuição nº ____ do Departamento de Zoologia, UFRGS.

Referências

- Backes, A. (1999) Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil – II. *Pesquisas Botânicas*, **49**, 31-52.
- Braby, M.F. (1995) Seasonal changes in the relative abundance and spatial distribution of Australian lowland tropical satyrinae butterflies. *Australian Journal of Zoology*, **43**, 209-229.
- Brown, K.S. (1992) Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil* (ed. by L.P.C. Morellato), pp. 142-187. Editora da UNICAMP, São Paulo, Brazil.

- Brown, K.S. & Freitas, A.V.L. (1999) Lepidoptera. *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres* (ed. by C.R.F. Brandão and E.M. Cancellato), p. 225-245. FAPESP, São Paulo, Brazil.
- Brown, K.S. & Freitas, A.V.L. (2000) Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica*, **32**(4b), 934-956.
- Corseuil, E., Quadros, F.C., Teston, J.A. & Moser, A. (2004) Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) coletadas no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza Pró-Mata. 4: Lycaenidae. *Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS*, **9**, 65-70.
- DeVries, P.J., Walla, T.R., & Grenney, H.F. (1999) Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biological Journal of the Linnean Society*, **68**, 333-353.
- Fernandes, A.V. & Backes, A. (1998) Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. *Iheringia - Série Botânica*, **51**(1), 63-78.
- Gutiérrez, D. & Menéndez, R. (1998) Stability of butterfly assemblages in relation to the level of numerical resolution and altitude. *Biodiversity and Conservation*, **7**, 967-979.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2003) Paleontological statistics – PAST. Version 1.18. Disponível em: <<http://folk.uio.no/ohammer/past>>.
- Hamer, K.C., Hill, J.K., Mustaffa, N., Benedick, S., Sherratt, T.N., Chey, V.K. & Maryati, M. (2005) Temporal variation in abundance and diversity of butterflies in Bornean rain forests: opposite impacts of logging recorded in different seasons. *Journal of Tropical Ecology*, **21**, 417-425.
- Hebert, P.D.N. (1980) Moth communities in montane Papua New Guinea. *Journal of Animal Ecology*, **49**, 593-602.

- Hill, J.K., Hamer, K.C., Dawood, M., Tangah, J. & Chey, V.K. (2003) Interactive effects of rainfall and selective logging on a tropical forest butterfly in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, **19**, 1-8.
- Iserhard, C.A. & Romanowski, H.P. (2004) Butterfly species list (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) in a region at valley of Maquiné river, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **21**(3), 649-662.
- Lamas, G. (2004) *Atlas of Tropical Lepidoptera. Checklist: Part 4a Hesperioidea – Papilionoidea*. Scientific Publishers, Gainesville, USA.
- Legendre, P. & Legendre, L. (1998) *Numerical Ecology*, Elsevier, Amsterdam, Holland.
- Marchiori, M.O. & Romanowski, H.P. (2006) Butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) from Espinilho State Park and surroundings, Rio Grande do Sul, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, **23**(4), 1029-1037.
- Mielke, O.H.H. (1980) Contribuição ao estudo faunístico dos Hesperiidæ americanos. VI Nota suplementar – As espécies de Hesperiidæ do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera). *Acta Biológica Paranaense*, **8-9**, 127-172.
- Mielke, O.H.H. (2005) *Catalogue of the American Hesperioidea: Hesperiidæ (Lepidoptera)*. 6 volumes. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba, 1536 p.
- Morais, A.B.B., Romanowski, H.P., Iserhard, C.A., Marchiori, M.O. & Segui, R. (2007) Mariposas del Sur de Sudamérica (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea). *Ciência e Ambiente*, **35**, 29-46.
- Nimer, E. (1990) Clima. *Geografia do Brasil Região Sul* (ed. by IBGE), pp. 151-187. IBGE, Rio de Janeiro, Brazil.
- Paz, A.L.G., Romanowski, H.P. & Moraes, A.B.B. (2008) Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, **8**(1), 22–29.

- Pillar, V.D. (2006) *MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling; User's Guide v. 2.4*. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, Brazil (software and manual available from <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- Pillar, V. D. & Orłóci L. (1996) On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science*, **7**, 585-592.
- Pozo, C., Luis-Martinez, A., Llorente-Bousquets, J., Salas-Suárez, N., Maya-Martínez, A., Vargas-Fernández, I. & Warren, A.D. (2008) Seasonality and phenology of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of Mexico's Calakmul region. *Florida Entomologist*, **91**, 407-422.
- Quadros, F.C., Dorneles, A.L. & Corseuil, E. (2004) Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Biociências* 12(2): 147-164.
- Shapiro, A.M., VanBuskirk, R., Kareofelas, G. & Patterson, W.D. (2003) Phenophanistics: seasonality as a property of butterfly faunas. *Butterflies: ecology and evolution taken flight* (ed. by C.L. Boggs, W.B. Watt and P. Ehrlich), pp. 111-148. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Teston, J.A. & Corseuil, E. (1999) Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) Ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 1. Papilionidae. *Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS*, **4**, 217-228.
- Teston, J.A. & Corseuil, E. (2000) Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 2. Pieridae. *Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS*, **5**, 143-155.
- Teston, J.A. & Corseuil, E. (2002) Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3: Nymphalidae. *Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia PUCRS*, **7**, 1-20.
- Walpole, M.J. & Sheldon, I.R. (1999) Sampling butterflies in tropical rainforest: an evaluation of a transect walk method. *Biological Conservation*, **87**, 85-91.

Wikström, L., Milberg, P. & Bergman, K.O. (2008) Monitoring of butterflies in semi-natural grasslands: diurnal variation and weather effects. *Journal of Insect Conservation*, <http://www.springerlink.com/content/1013j7nw27737807/fulltext.html>.

Wolda, H. (1978) Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. *Journal of Animal Ecology*, **47**, 369-381.

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

Tabela 1. Riqueza de espécies, abundância e índice de diversidade de Shannon-Wiener para as assembléias de borboletas registradas ao longo estações, entre março de 2006 e março de 2008, no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

	MAQUINÉ				FLONA			
	Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
Riqueza de espécies	220	117	171	230	159	66	121	182
Abundância	3315	969	1985	3118	1890	360	1650	3113
Shannon-Wiener	4.381	3.944	4.071	4.252	3.93	3.311	3.766	4.039

Tabela 2. ANOVA para a riqueza de espécies, abundância e equitabilidade das assembléias de borboletas registradas entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Fonte de variação	Abundância		Riqueza de espécies		Equitabilidade	
	Soma de quadrados	p	Soma de quadrados	p	Soma de quadrados	p
Estação	17.243	0.0001	57.166	0.0001	27.286	0.0001
Sítio	1.684	0.0007	12.166	0.0001	9.309	0.0001
Interação	28.1678	0.0056	83.179	0.0672	62.2336	0.5146
Total	47.0948		152.511		98.8286	

Tabela 3. ANOVA para riqueza de espécies das assembléias de borboletas registradas para cada localidade separadamente, entre março de 2006 e março de 2008.

Fonte de variação	Riqueza de espécies - Maquiné		Riqueza de espécies - FLONA	
	Soma de quadrados	p	Soma de quadrados	p
Estação	14.702	0.0001	25.747	0.0001
Contraste				
Outono-Inverno	10.229	0.0001	12.142	0.0001
Outono-Primavera	0.3166	0.2559	0.0011	0.9602
Outono-Verão	0.0289	0.7461	1.8809	0.0166
Inverno-Primavera	6.9466	0.0001	11.917	0.0001
Inverno-Verão	11.346	0.0001	23.581	0.0001
Primavera-Verão	0.53702	0.0695	1.971	0.0097

Tabela 4. ANOVA calculada para a abundância das assembléias de borboletas registradas para cada localidade separadamente, entre março de 2006 e março de 2008.

Fonte de variação	Abundância - Maquiné		Abundância - FLONA	
	Soma de quadrados	p	Soma de quadrados	p
Estação	4.6354	0.0001	14.435	0.0001
Contraste	Outono-Inverno	8.9851	6.0391	0.0001
	Outono-Primavera	0.41171	0.0089411	0.8272
	Outono-Verão	0.022737	1.4945	0.0021
	Inverno-Primavera	1.2997	6.5128	0.0001
	Inverno-Verão	3.7344	13.542	0.0001
	Primavera-Verão	0.62795	0.0134	1.2722

Tabela 5. MANOVA para a composição de espécies das assembléias de borboletas registradas ao longo das estações entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Fonte de variação	Soma de quadrados	p
Estação	0.39775	0.0001
Sítio	0.32005	0.0001
Interação	8.68393	0.0001
Total	9.40173	

Tabela 6. Espécies com ocorrência em apenas uma estação do ano e sua abundância, registradas entre março de 2006 e março de 2008 em Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Famílias/Subfamílias	Espécies	Maquiné				FLONA			
		Outono	Primavera	Verão	Inverno	Outono	Primavera	Verão	Inverno
NYMPHALIDAE									
Nymphalinae									
	<i>Anartia jatrophae</i> (Linnaeus, 1763)	3	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Historis acheronta</i> (Fabricius, 1775)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Tegosa orobia</i> (Hewitson, 1864)	8	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Vanessa myrina</i> (Doubleday, 1849)	1	0	0	0	2	0	0	0
Heliconiinae									
	<i>Actinote alalia</i> (Felder & Felder, 1860)	0	0	0	0	0	0	7	0
	<i>Actinote catarina</i> Penz, 1996	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Actinote paraphelus</i> Jordan, 1913	0	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Actinote surima</i> (Schaus, 1902)	0	1	0	0	0	8	0	0
	<i>Dione moneta moneta</i> Hübner, 1825	0	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Euptoieta claudia</i> (Cramer, 1775)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Heliconius sara apseudes</i> (Hübner, 1813)	2	0	0	0	0	0	0	0
Biblidinae									
	<i>Callicore pygas eucale</i> Fruhstorfer, 1916	14	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Catonephele numilia penthia</i> (Hewitson, 1852)	2	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Catonephele sabrina</i> (Hewitson, 1852)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Colobura dirce</i> (Linnaeus, 1758)	2	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Dynamine postverta postverta</i> (Cramer, 1782)	1	0	0	0	0	0	0	0
Ithomiinae									
	<i>Hyalenna pascua</i> (Schaus, 1902)	0	0	0	0	1	0	0	0
Morphinae									
	<i>Blepoletis catharinae</i> (Stichel, 1902)	0	0	21	0	0	0	0	0
	<i>Brassolis astyra astyra</i> Godart, 1824	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felder, 1862)	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, 1825)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Opoptera fruhstorferi</i> (Röber, 1896)	0	0	9	0	0	0	1	0
	<i>Opoptera sulcius</i> (Staudinger, 1887)	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, 1818)	0	0	1	0	0	0	0	0
Limnitiidinae									
	<i>Adelpha thessalia indefecta</i> Fruhstorfer, 1913	0	0	0	0	1	0	0	0
Danainae									
	<i>Lycorea cleobaea</i> (Hübner, 1823)	7	0	0	0	0	0	0	0
Apaturinae									
	<i>Doxocopa agathina</i> (Cramer, 1777)	7	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Doxocopa linda</i> (C. Felder & R. Felder, 1862)	6	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Doxocopa zunilda</i> (Godart, 1824)	4	0	0	0	3	0	0	0
Charaxinae									
	<i>Archaeoprepona demophon</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, 1814)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Consul fabius drurii</i> (Butler, 1874)	1	0	0	0	0	0	0	0
Lybitheinae									
	<i>Lybitheana carinenta</i> (Cramer, 1777)	0	0	1	0	0	0	0	0
PIERIDAE									
Coliadinae									
	<i>Colias lesbia lesbia</i> (Fabricius, 1775)	0	0	1	0	0	0	0	0
Pierinae									
	<i>Ascia monuste orseis</i> (Godart, 1819)	5	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Leptophobia aripa</i> (Boisduval, 1836)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Pereute antodyca</i> (Boisduval, 1836)	1	0	0	0	0	0	0	0
PAPILIONIDAE									
Papilioninae									
	<i>Pterourus menatius cleotas</i> (Gray, 1832)	0	0	0	0	0	1	0	0
HESPERIIDAE									
Pyrrhopyginae									
	<i>Elbella adonis</i> (Bell, 1931)	0	0	1	0	0	0	1	0
	<i>Elbella mariae mariae</i> (Bell, 1931)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Myscelus amystis epigona</i> Herrich-Schäffer, 1869	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Passova polemon</i> (Hopfer, 1874)	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Pseudocroniades machaon</i> (Westwood, 1852)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Pyrrhopige charybdis charybdis</i> Westwood, 1852	0	0	0	0	0	0	1	0
Pyrginae									
	<i>Aguna asander asander</i> (Hewitson, 1867)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Astraptes janeira</i> (Schaus, 1902)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Autochton integrifascia</i> (Mabille, 1891)	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Bolla catharina</i> (Bell, 1937)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Campopteleura auxo</i> (Möschler, 1879)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Celaenorrhinus eligius punctiger</i> (Burmeister, 1878)	0	0	2	0	0	0	8	0
	<i>Codatractus aminias</i> (Hewitson, 1867)	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Cycloglypha thrasibulus</i> (Fabricius, 1793)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Cycloglypha tisas</i> (Godman & Salvin, 1896)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Mylon maimon</i> (Fabricius, 1775)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Nisoniades bipuncta</i> (Schaus, 1902)	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>Nisoniades maura</i> (Mabille & Boulet, 1917)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Ocella monophthalma</i> (Plotz, 1884)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Pellicia cosmaticula</i> Biezanko & Melke, 1973	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Polythrax caunus</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Pyrgus orcynoides</i> Giacomelli, 1928	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Urbanus virescens</i> (Mabille, 1877)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Zera hyacinthinus servius</i> (Plötz, 1884)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Zera tetrastigma erisichthon</i> (Plötz, 1884)	0	0	2	0	0	0	0	0

		Maquiné				FLONA			
		Outono	Primavera	Verão	Inverno	Outono	Primavera	Verão	Inverno
Hesperiinae	<i>Alera metallica</i> (Riley, 1921)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Arita serra</i> Evans, 1955	0	0	0	2	0	0	0	0
	<i>Arotis derasa brunnea</i> (Mielke, 1972)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Cobalus</i> sp.	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Conga chydaea</i> (Butler, 1877)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cymaenes distigma</i> (Plötz, 1882)	0	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Cymaenes tripunctata</i> (Latreille, 1824)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Cynea melius</i> (Geyer, 1832)	3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Cynea popla</i> Evans, 1955	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Cynea trimaculata</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Enosis schausi</i> Melke & Casagrande, 2002	0	0	0	0	0	0	2	0
	<i>Enosis uza uza</i> (Hewitson, 1877)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Hansa hyboma</i> (Plötz, 1886)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Mnasitheus nella</i> Evans, 1955	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Monca branca</i> Evans, 1955	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Moeris striga striga</i> (Geyer, 1832)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Perichares lotus</i> (Butler, 1870)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Polites vibex catilina</i> (Plötz, 1886)	0	2	0	0	0	0	0	0
	<i>Saliana saladin catha</i> Evans, 1955	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Sodalia argyropila</i> (Mabille, 1876)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Synalia hylaspes</i> (Stoll, 1781)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Synapte silius</i> (Latreille, 1824)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Thespieus himella</i> (Hewitson, 1868)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Thespieus jora</i> Evans, 1955	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Tirynthia conflua</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Turesis complanula</i> (Herrich-Schäffer, 1869)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Vehilius inca</i> (Scudder, 1872)	0	0	0	0	3	0	0	0
	<i>Vettius artona</i> (Hewitson, 1868)	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Vinius letis</i> (Plötz, 1883)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Xeniades orchamus orchamus</i> (Cramer, 1777)	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Zenis jebus jebus</i> (Plötz, 1882)	1	0	0	0	0	0	0	0
LYCAENIDAE									
Theclinae	<i>Allosmaitia strophius</i> (Godart, 1824)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Arawacus binangula</i> (Schaus, 1902)	0	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Arawacus ellida</i> (Hewitson, 1867)	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Arawacus separata</i> (Lathy, 1926)	6	0	0	0	2	0	0	0
	<i>Arcas ducalis</i> (Westwood, 1851)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Celmia uzza</i> (Hewitson, 1873)	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Denivia curitibaensis</i> (K. Johnson, 1992)	0	0	0	0	0	2	0	0
	<i>Dicya ca. eumorpha</i>	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Enos thara</i> (Hewitson, 1867)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Erora gabina</i> (Godman & Salvin, 1887)	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Evenus latreilii</i> Hewitson, 1865	0	0	2	0	0	0	0	0
	<i>Gargina caninius</i> (H.H. Druce, 1907)	1	0	0	0	1	0	0	0
	<i>Hypostrymon</i> sp.	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Magnastigma hirsuta</i> (Prittwitz, 1865)	2	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Parrhasius selika</i> (Hewitson, 1874)	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Pseudolycaena marsyas</i> (Linnaeus, 1758)	3	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Strephonota elika</i> (Hewitson, 1867)	0	0	3	0	0	0	0	0
	<i>Strymon lucena</i> (Hewitson, 1868)	0	0	0	0	0	1	0	0
	<i>Symbiopsis strenua</i> (Hewitson, 1877)	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Thestius azaria</i> (Hewitson, 1867)	0	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Tmolus echion</i> (Linnaeus, 1767)	0	0	0	0	0	1	0	0
Polyommatae	<i>Hemiargus hanno</i> (Stoll, 1790)	1	0	0	0	0	0	0	0
RIODINIDAE									
Euselasiinae	<i>Euselasia hygenius occulta</i> Stichel, 1919	6	0	0	0	0	0	0	0
Riodininae	<i>Barbicornis basilis mona</i> Westwood, 1851	0	0	0	0	0	0	1	0
	<i>Calephelis aymaran</i> McAlpine, 1971	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Eurybia carolina</i> Godart, 1824	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Lasaia agesilas</i> (Latreille, 1809)	0	0	1	0	0	0	1	0
	<i>Melanis xenia</i> (Hewitson, 1853)	0	0	4	0	0	0	0	0
	<i>Mesene pyrrippe</i> Hewitson, 1874	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Mesene</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Mesosemia odice</i> (Godart, 1824)	4	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Ithomiola nepos</i> (Fabricius, 1793)	0	0	0	0	0	3	0	0
	<i>Symmachia arion</i> (Felder, 1865)	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Theope nycteis</i> (Westwood, 1851)	0	0	1	0	0	0	0	0

Tabela 7. Abundância das espécies de borboletas ocorrentes ao longo de todas as estações, registradas entre março de 2006 e março de 2008 em Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Famílias/Subfamílias	Espécies	Maquiné				FLONA			
		Outono	Inverno	Primavera	Verão	Outono	Inverno	Primavera	Verão
NYMPHALIDAE									
Nymphalinae	<i>Hypanartia bella</i> (Fabricius, 1793)	30	8	12	20	11	4	18	35
	<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	112	21	165	173	31	4	25	84
	<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	228	24	58	78	94	6	54	116
Heliconiinae	<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	150	97	22	115	43	2	7	77
Biblidinae	<i>Dynamine myrrha</i> (Doubleday, 1849)	21	1	1	22	2	2	29	30
Ithomiinae	<i>Eptyches eupompe</i> (Geyer, 1832)	69	75	49	38	117	15	80	171
	<i>Methona themisto</i> (Hübner, 1818)	14	6	8	9	3	2	1	6
	<i>Pseudoscada erruca</i> (Hewitson, 1855)	18	7	7	3	55	3	9	83
Satyrinae	<i>Forsteriana necys</i> (Godart, 1824)	12	5	9	7	8	11	23	32
	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	95	44	104	143	140	5	110	169
	<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1824)	11	5	25	23	9	1	56	66
Limenitidinae	<i>Adelpha syma</i> (Godart, 1824)	46	5	12	41	62	4	20	56
Apurinae	<i>Doxocopa laurentia</i> (Godart, 1824)	23	4	8	4	13	5	8	26
PIERIDAE									
Coliadinae	<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	5	58	217	163	15	42	170	191
Dismorphiinae	<i>Dismorphia thermesia</i> (Godart, 1819)	53	29	8	15	238	33	28	138
PAPILIONIDAE									
Papilioninae	<i>Heraclides hectorides</i> (Esper, 1794)	3	3	30	23	11	1	55	29
HESPERIIDAE									
Pyrginae	<i>Heliopetes omnia</i> (Butler, 1870)	3	1	4	3	5	1	1	3
	<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)	15	13	28	43	4	2	32	62
Hesperiinae	<i>Callimormus rivera</i> (Plötz, 1882)	5	13	13	15	9	4	9	25
	<i>Lamponia lamponia</i> (Hewitson, 1876)	6	1	2	1	1	1	2	1
LYCAENIDAE									
Theclinae	<i>Arawacus meliboeus</i> (Fabricius, 1793)	7	5	14	21	31	3	11	48
RIODINIDAE									
Riodininae	<i>Emesis melancholica</i> Stichel, 1916	24	9	4	6	23	37	28	51

Legenda das Figuras

Figura 1. Médias mensais de temperatura e pluviosidade entre os anos de 2006 e 2008 para as localidades estudadas. a) Maquiné, b) Floresta Nacional de São Francisco de Paula.

Figura 2. Riqueza de espécies (a e b) e abundância (c e d) das assembléias de borboletas ao longo das estações, registradas entre março de 2006 e março de 2008, em Maquiné (a e c) e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (b e d).

Figura 3. Riqueza de espécies (a e b) e abundância (c e d) das famílias de borboletas ao longo das estações, registradas entre março de 2006 e março de 2008, em Maquiné (a e c) e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (b e d).

Figura 4. Variação percentual da riqueza de espécies (a e b) e abundância (c e d) de cada família de borboleta em relação a si mesma ao longo das estações, registradas entre março de 2006 e março de 2008 em Maquiné (a e c) e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (b e d).

Figura 5. Riqueza de espécies exclusivas por família de borboleta por estações amostradas entre março de 2006 e março de 2008 em Maquiné e na FLONA.

Figura 6. Análise de Correspondência das subfamílias de borboletas ao longo das estações e das localidades amostradas entre março de 2006 e março de 2008. a) Estações e localidades, b) Subfamílias. FLO, FLONA; MAQ, Maquiné; OUT, Outono; INV, Inverno; PRI, Primavera; VER, Verão; Morph, Morphinae; Itho, Ithomiinae; Dism, Dismorphiinae; Char, Charaxinae; Hesp, Hesperinae; Thec, Theclinae; Lime, Limenitidinae; Saty, Satyrinae; Riod, Riodininae; Pyrr, Pyrrhopyginae; Hete, Heteropterinae; Pier, Pierinae; Apat, Apaturinae; Heli, Heliconiinae; Euse, Euselasiinae; Pyrg, Pyrginae; Papi, Papilioninae; Nymp, Nymphalinae; Bibl, Biblidinae; Poly, Polyommatainae; Coli, Coliadinae; Lybi, Lybitheinae.

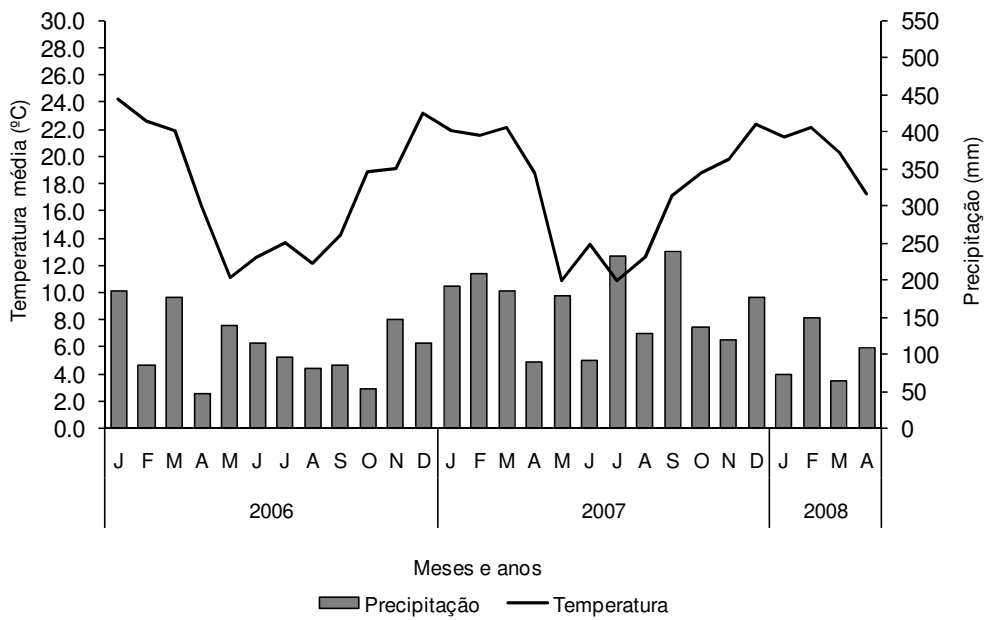
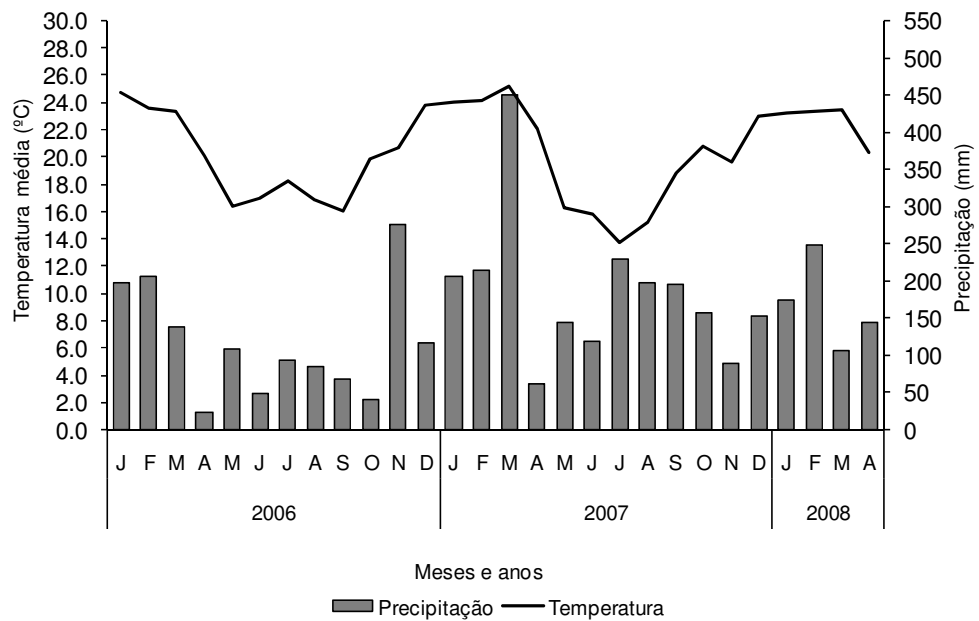


Figura 1.

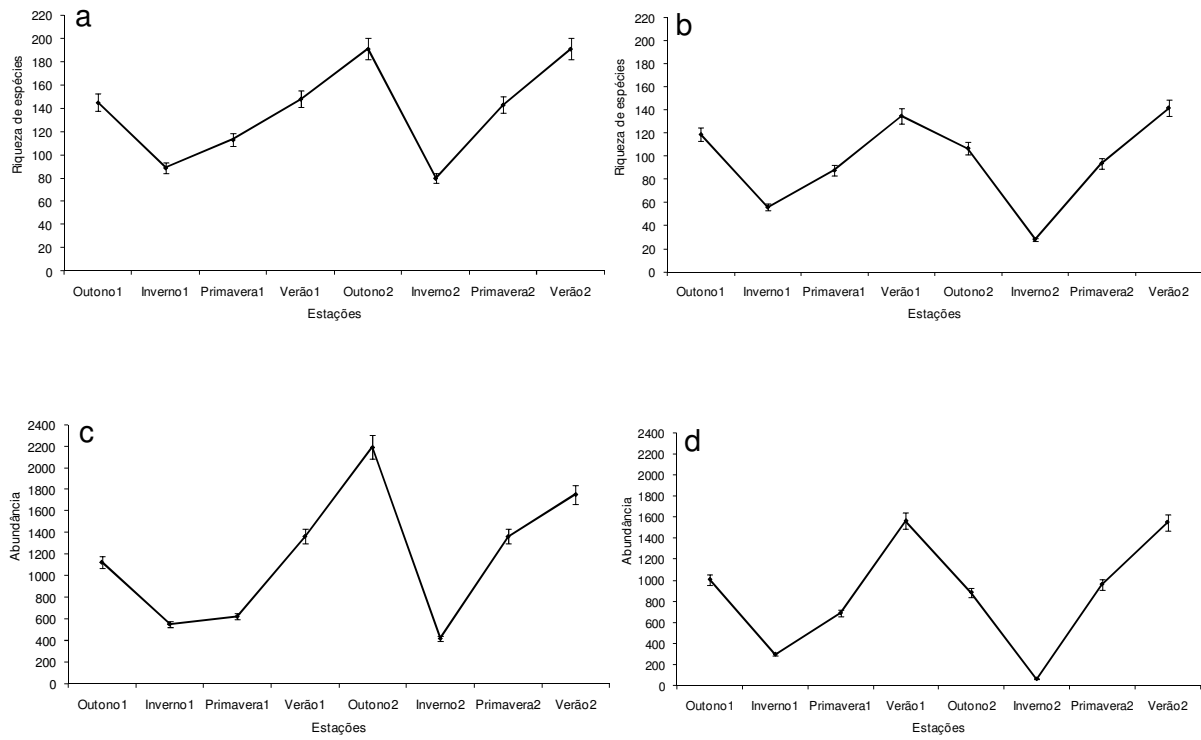


Figura 2.

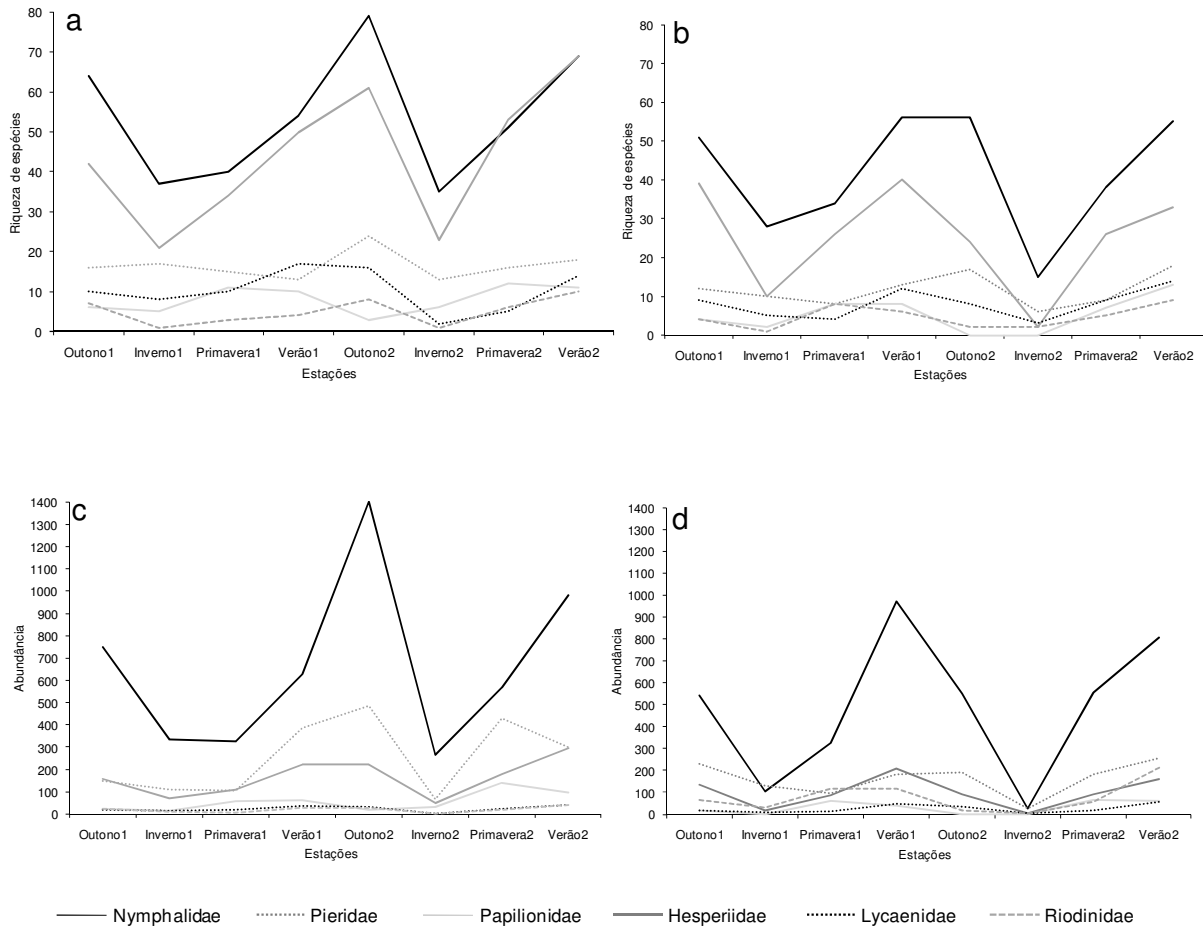


Figura 3.

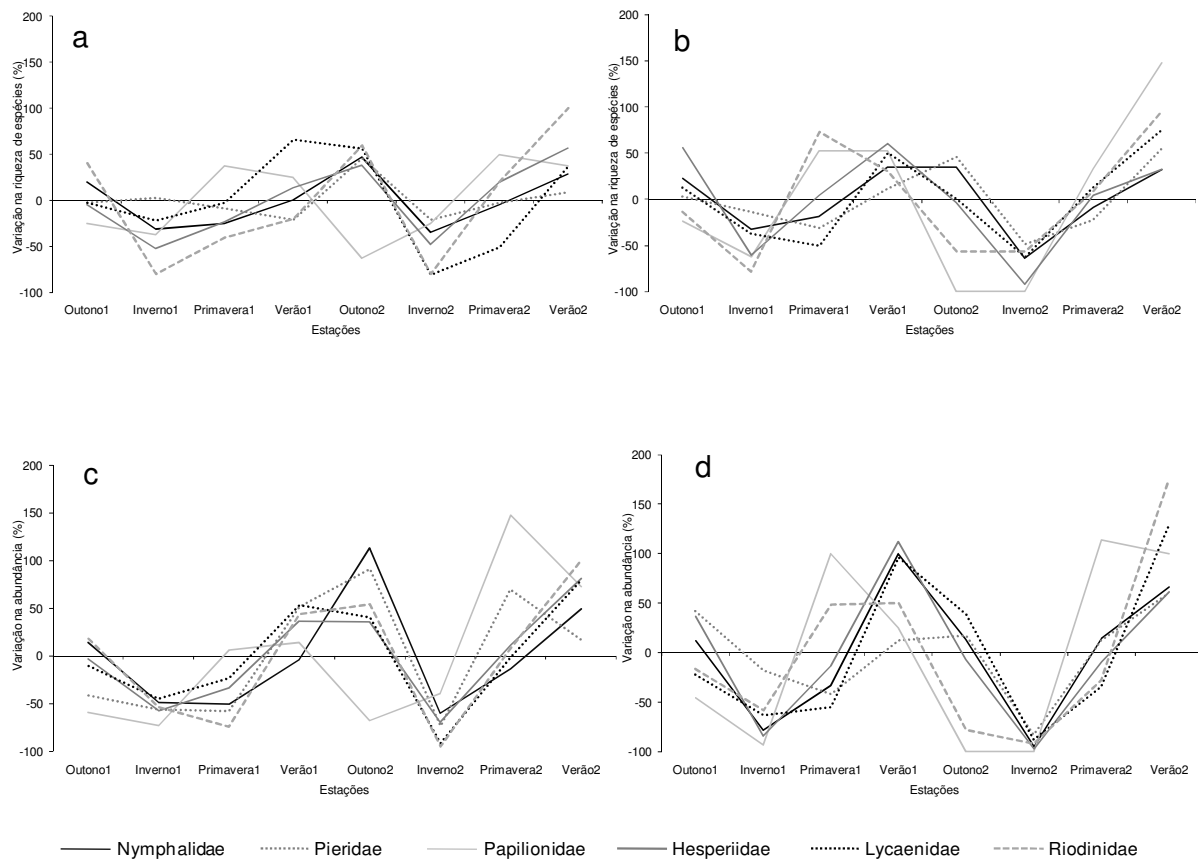


Figura 4.

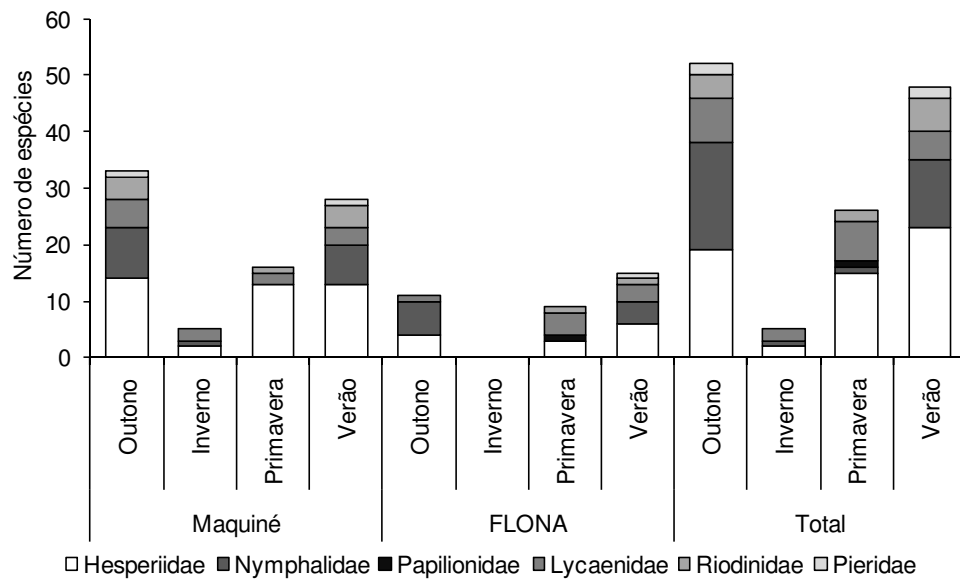


Figura 5.

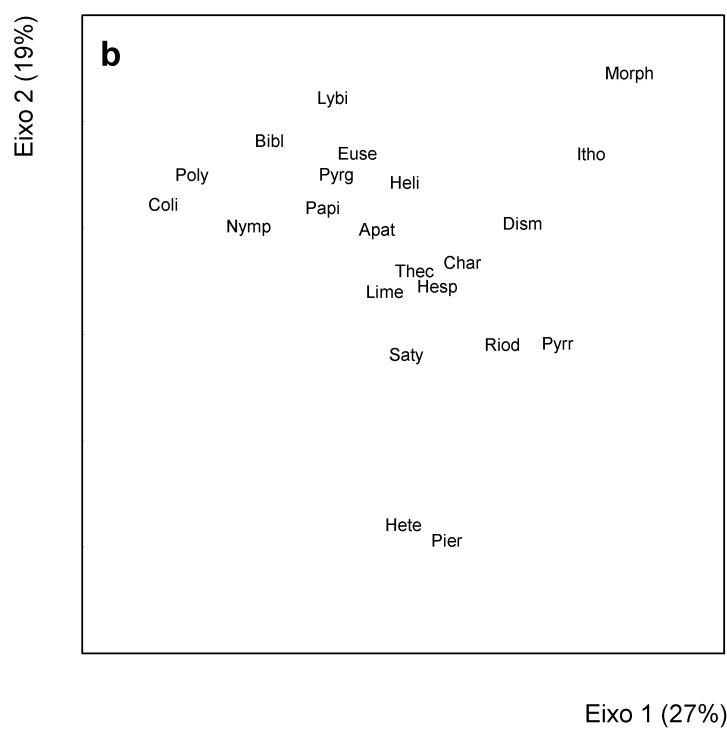
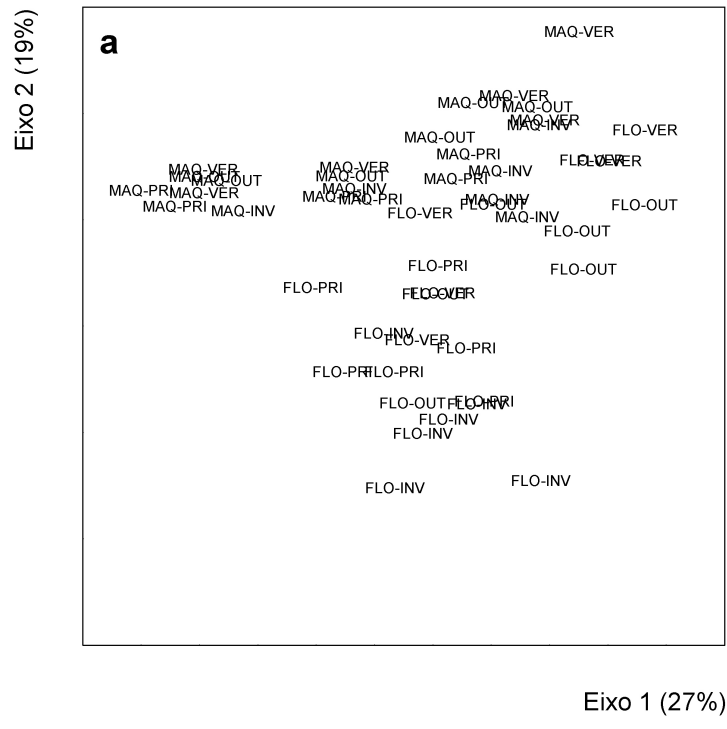


Figura 6.

5.4. Artigo 4

Manuscrito a ser submetido para a Biodiversity & Conservation

Estrutura e composição de borboletas na Floresta Atlântica do sul do Brasil

Estrutura e composição da assembléia de borboletas em diferentes estágios de sucessão da
vegetação de duas fisionomias da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil

Cristiano Agra Iserhard^{1,3}, Helena Piccoli Romanowski¹, Milton de Souza Mendonça Jr.², Leandro
da Silva Duarte²

4. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Zoologia, Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal.
5. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Ecologia.
6. Correspondência: Avenida Bento Gonçalves, 9500, prédio 43435, laboratório 218, CEP 91501-970. Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: cristianoagra@yahoo.com.br. Telefone: +55-51-33087702 Fax: +55-51-33087696.

Resumo

O objetivo principal deste trabalho é avaliar a influência de diferentes estágios de sucessão da vegetação (ambientes abertos, intermediários e fechados) na estrutura e composição de borboletas da Floresta Ombrófila Densa e Mista no sul do Brasil. Foram realizadas duas expedições a campo por estação em duas localidades de Floresta Atlântica de março de 2006 a março de 2008. Foram analisados índices de diversidade e dominância, estimadores analíticos de riqueza de espécies, curvas de suficiência amostral dos ambientes amostrados, além de fatores ambientais através de Análise de Canônica Correspondência parcial (pCCA) e regressões lineares múltiplas na composição de espécies de borboletas. Foram registrados 9387 indivíduos em 330 espécies para a Floresta Ombrófila Densa e 7013 indivíduos em 246 espécies para a Floresta Ombrófila Mista. Ambientes abertos foram os mais ricos e abundantes, seguidos dos intermediários e fechados. As curvas de suficiência amostral continuaram ascendentes em todos ambientes, segundo os estimadores analíticos entre 65 a 87% das espécies foram amostradas. As regressões mostram que a temperatura e altitude foram preponderantes para a abundância e riqueza de borboletas. A pCCA evidencia uma diferenciação marcada entre a composição de espécies de borboletas, associando os ambientes da Floresta Ombrófila Mista a altitude e os ambientes da Floresta Ombrófila Densa a maiores temperaturas. Apesar da dificuldade em avaliar este tipo de sistema, foi possível perceber efeitos marcantes na composição da fauna de borboletas dos diferentes ambientes da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul.

Palavras-chave: altitude, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, perturbação antrópica, riqueza de espécies, variáveis ambientais.

Introdução

Paisagens modificadas pela ação humana podem aumentar a diversidade do habitat resultando em uma alta riqueza de espécies de certos grupos de organismos, muitas vezes maior do que em ambientes menos perturbados, indicando que a simples contagem de espécies pode não refletir a qualidade do habitat (Weller e Ganzhorn 2004).

A maioria dos padrões de diversidade, riqueza e composição de espécies pode ser explicada em termos de gradientes ambientais (Begon et al. 2006; Gaston 1996). Talvez os mais importantes sejam os fatores “geográficos”, tais como latitude e altitude (Begon et al. 2006). Porém, existem muitas variáveis que podem estar associadas a latitude e altitude, que sabidamente exercem efeitos nestas comunidades (Begon et al. 2006): a produtividade, heterogeneidade espacial, variações climáticas e distúrbios, como a ação antrópica e eventos catastróficos naturais que levam a diferentes estágios de sucessão e desenvolvimento da vegetação.

A análise da diversidade de insetos da região neotropical e o entendimento da dinâmica destas comunidades ao longo de gradientes envolvendo localidades distintas, aliada a estudos de perturbação ambiental, é de fundamental importância para planejamentos de monitoramento e conservação. Os insetos determinam em grande parte a dinâmica e as relações estruturais dos ecossistemas (Janzen 1987; Hammond e Miller 1998) através de inúmeros mecanismos, tais como decomposição, polinização, supressão do crescimento de plantas e servindo como presa para outros animais (Hammond e Miller 1998). Desta maneira, são sensíveis a mudanças na composição da vegetação e às características físicas do ambiente (Brown 1996; Ghazoul 2002).

Para avaliar mudanças na distribuição e abundância de borboletas, é essencial que se obtenham informações espaço-temporais de ocorrência das mesmas (Harding et al. 1995; DeVries et al. 1999). Em paisagens antrópicas muito fragmentadas, apenas poucas espécies resistentes ou colonizadoras, euritópicas, de hábitos generalistas atingem densidades populacionais muito altas, invadindo rapidamente estes ambientes, e assim modificando a diversidade (Ruszczyk 1986a; Raguso e Llorente-Bousquets 1990/91; Spitzer et al. 1993; Brown e Freitas 1999).

Trabalhos desenvolvidos com diversidade de borboletas em gradientes de perturbação e ambientes nativos apresentam resultados contrastantes. Existem estudos que verificaram maior diversidade, riqueza e equitabilidade em ambientes florestados mais preservados, e a diminuição da diversidade com o aumento da perturbação (Wolda 1987; Hammond e Miller 1998; Grill e Cleary 2003), e outros que demonstram menor riqueza de espécies e abundância no interior de florestas, e

maior diversidade e abundância em habitats modificados (Spitzer et al. 1993; Van Lien e Yuan 2003). Além disso, a literatura também relata a associação de gradientes de perturbação à influência de gradientes altitudinais, fatores bióticos e abióticos na composição da comunidade de borboletas (Wolda 1987; Gutierrez e Menéndez 1998; Lewis et al. 1998; Fleishman et al. 2000; Simonson et al. 2001; Kitahara 2004), sugerindo um decréscimo na riqueza e abundância com o aumento da altitude e a maior associação da fauna de borboletas com fatores físicos do ambiente.

A questão primordial para o desenvolvimento deste estudo é tentar responder quais são os padrões de riqueza e abundância de assembléias de borboletas em relação a um gradiente de perturbação em duas localidades de Floresta Atlântica geograficamente próximas, mas com formações vegetais e altitudes distintas, a fim de verificar se existe variação na diversidade e composição de espécies de borboletas em escala local e regional, e que fatores ambientais e processos ecológicos estruturam a ocorrência e distribuição de borboletas.

Os objetivos deste trabalho são (i) avaliar a estrutura e composição de borboletas em duas fisionomias de Floresta Atlântica; (ii) analisar a influência de diferentes estágios de desenvolvimento da vegetação e perturbação antrópica (e quais as principais variáveis ambientais determinantes) na riqueza, abundância e equitabilidade desta fauna; (iii) verificar a variação na estrutura e composição da assembléia de borboletas através de extremos altitudinais entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista no sul do Brasil.

Material e Métodos

Áreas de Estudo - O estudo foi desenvolvido em duas áreas de Floresta Atlântica na região nordeste do Rio Grande do Sul, distantes aproximadamente 40 km uma da outra. As duas localidades estão na mesma latitude, portanto, possuindo o mesmo fotoperíodo. O Vale do rio Maquiné está localizado no Nordeste do Rio Grande do Sul, entre a Planície Costeira e o Planalto Basáltico (29°35'S 50°16'W) e possui superfície aproximada de 546 km². A região de Maquiné apresenta clima subtropical úmido, tipo Cfa pela classificação de Köppen, com as temperaturas médias do mês mais quente acima de 22° C e as temperaturas médias do mês mais frio variando entre 13° e 15°

C (Nimer 1990). A média anual da umidade relativa do ar é de aproximadamente 79% e as precipitações somam ao longo do ano 1.650 mm, com alta frequência de dias chuvosos em todos os meses (Nimer 1990).

É uma região considerada de extrema importância e prioritária para conservação da Floresta Atlântica brasileira (CIB 2000), por possuir corredores ecológicos e biogeográficos, além de fragilidade em relação a pressão antrópica. Atualmente a cobertura da terra na região é extremamente heterogênea, representando um mosaico de Floresta Ombrófila Densa com vegetação primária, vegetação secundária em diversos estágios de desenvolvimento e agricultura (Sevegnani e Baptista 1995).

A Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) (29°24'S 50°22'W) é uma Unidade de Conservação (UC) Federal e localiza-se no nordeste do Estado, município de São Francisco de Paula (Fernandes e Backes 1998), a qual faz parte o Planalto Sul-riograndense. Compreende uma área de 1606,60 ha, a 912 metros acima do nível do mar. O clima é do tipo temperado (Cfb) com temperaturas variando nos meses frios de -3°C a 18°C e nos meses mais quentes de 18,3°C e 27°C, sendo a temperatura média anual de 14,5°C. Temperaturas negativas podem ocorrer durante os meses de abril a novembro (Backes 1999). Pode gear no outono, inverno e primavera, e registra-se com frequência a ocorrência de neve durante o inverno. A região apresenta altos níveis de pluviosidade em todos os meses do ano, sendo a pluviosidade média de 2252 mm (Backes et al. 2000). Possui predominantemente vegetação nativa do tipo Floresta Ombrófila Mista (cerca de 56% de cobertura da área da UC), mas existem também áreas com reflorestamento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp.

Caracterização dos ambientes – Foram selecionadas ao todo 12 transecções (seis para a região de Maquiné e seis para a FLONA), com o intuito de contemplar locais com diferentes características de vegetação, sendo (i) duas transecções com mata perturbada e alta incidência solar (ambiente aberto); (ii) duas transecções com mata em estágio inicial/intermediário de desenvolvimento e incidência intermediária de sol (ambiente intermediário); (iii) duas transecções com mata em

estágio intermediário/final de desenvolvimento e baixa incidência solar (ambiente fechado) para cada localidade.

Em Maquiné, o ambiente aberto foi escolhido em transecções ao longo de acessos e estradas para os moradores locais, e caracterizou-se pela presença de espécies exóticas de plantas e agropecuária. Os ambientes intermediário e fechado foram selecionados dentro de Unidades de Conservação e em propriedades particulares. Na FLONA, o ambiente aberto foi escolhido ao longo de vias largas e ensolaradas cercadas por áreas de reflorestamento de araucária e de uso para turistas e de funcionários da UC para fins de fiscalização, o ambiente intermediário em pequenos caminhos pré-existentes dentro de talhões de reflorestamento de araucária, e o ambiente fechado constituiu-se de transecções em mata nativa de Floresta Ombrófila Mista.

Amostragem – Foram realizadas amostragens duas vezes por estação do ano de março de 2006 a maio de 2008 para cada localidade estudada, totalizando 32 saídas a campo. As transecções foram percorridas com esforço amostral padronizado em 2 horas/rede, sempre entre 10:00 e 16:30 horas, sendo os turnos de amostragem por trilha invertidos a cada saída. Borboletas visualizadas foram registradas e, se necessário, coletadas com auxílio de redes entomológicas, para posterior montagem e identificação em laboratório. Detalhes sobre o protocolo de amostragem são descritos em Paz et al. (2008). Os espécimes coletados estão depositados na coleção de referência de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A nomenclatura utilizada seguiu Lamas (2004) e Mielke (2005). A cada saída, em cada transecção, foram tomadas medidas de variáveis abióticas (temperatura, altitude, pressão atmosférica, velocidade do vento e umidade) através de uma estação meteorológica digital portátil Kestrel 4000.

Análise dos dados – Os dados foram analisados a partir da riqueza (S) e abundância (N). Foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e de dominância Complementar de Simpson (1-D), estimadores analíticos de riqueza de espécies Bootstrap (por gerar as menores estimativas), e Jackknife de segunda ordem (Jack2) (por ser um estimador recomendado na literatura (Melo e Froehlich 2001) e se adequar bem para análise de comunidades de borboletas na

Floresta Atlântica) e plotadas curvas de suficiência amostral, singletons e doubletons para cada ambiente em cada localidade, através do software EstimateS (Colwell 2007). Foram calculadas as frequências relativas das espécies mais abundantes em cada ambiente, e consideradas dominantes aquelas com percentual maior que 10%.

Foi realizada uma análise de correspondência para a variação da composição de espécies de borboletas entre os ambientes abertos, intermediários e fechados em cada localidade (Maquiné e FLONA).

Foi testada a influência das estações, anos e ambiente (variáveis: velocidade do vento, temperatura, umidade, pressão atmosférica e altitude) na composição de espécies utilizando-se o método de partição de variação baseado em Análise de Correspondência Canônica parcial (pCCA) proposta por Økland (2003), realizada através do software CANOCO 4.5 (Ter Braak e Smilauer 2002). Esta análise é realizada através da divisão da soma de todos os autovalores obtidos da CCA ou pCCA (matriz Y em função de matriz X_{ano} , $X_{estação}$ ou $X_{ambiente}$) pela soma de todos os autovalores obtidos de uma matriz de correspondência da matriz Y , no qual se obtém a proporção da variação total em Y explicada por X_{ano} , $X_{estação}$ ou $X_{ambiente}$, análogo ao R^2 de uma regressão linear (Legendre & Legendre 1998). Este método é baseado na decomposição da proporção da variação total da variável resposta que é explicada por três conjuntos de variáveis preditoras (neste caso, estação, ano e ambiente) em sete componentes: a é a fração explicada pelos fatores ambientais, b é a fração explicada pelos anos, c é a fração explicada pelas estações, d é a fração da variação partilhada por anos e fatores ambientais, e é a fração explicada por anos e estações, f é a fração explicada pelas estações e fatores ambientais, g é a fração explicada pela variação correspondente as estações, anos e fatores ambientais.

Para esta análise foram realizados sete conjuntos de análises canônicas: 1) uma CCA da composição de espécies nas estações, anos e fatores ambientais (frações $a+b+c+d+e+f+g$); 2) uma pCCA da composição de espécies em função dos fatores ambientais, utilizando anos e estações como covariáveis (fração a); 3) uma pCCA da composição de espécies em função dos anos,

utilizando estações e fatores ambientais como covariáveis (fração b); 4) uma pCCA da composição de espécies em função das estações, utilizando anos e fatores ambientais como covariáveis (fração c); 5) uma pCCA da composição de espécies em função dos anos e fatores ambientais, utilizando estações como covariáveis (fração $a+b+d$); 6) uma pCCA da composição de espécies em função dos anos e estações, utilizando fatores ambientais como covariáveis ($b+c+e$); 7) uma pCCA da composição de espécies em função das estações e fatores ambientais, utilizando anos como covariáveis ($a+c+f$). O modelo foi avaliado pela permutação dos resíduos (ver abaixo) (Økland 2003). As frações correspondentes à variação nas estações, anos e ambiente é obtida por subtração:

$$\begin{aligned}
 d &= 5 - 2 - 3 \\
 e &= 6 - 4 - 3 \\
 f &= 7 - 2 - 4 \\
 g &= 1 - 2 - 3 - 4 - d - e - f
 \end{aligned}$$

Para a regressão linear múltipla foi avaliado o efeito das estações, anos e fatores ambientais na riqueza de espécies, abundância e equitabilidade. Para isto, foi realizado o mesmo procedimento de análise da pCCA (Økland 2003), através do software Sigmaplot 11.0. Para a análise, foi realizada a transformação logarítmica da abundância dos indivíduos.

Para ilustrar a quantidade de espécies exclusivas e compartilhadas entre cada tipo de ambiente nos dois locais de estudo foi plotado um diagrama de Venn.

Resultados

Após 1000 horas-rede foram registrados 9387 indivíduos distribuídos em 330 espécies para Maquiné e 7013 indivíduos em 246 espécies para a FLONA, pertencentes a seis famílias e 23 subfamílias de borboletas. A região de Floresta Ombrófila Densa mostrou-se bem mais rica (mais de 80 espécies) e com maior abundância do que a Floresta Ombrófila Mista. Os dois locais compartilham 183 espécies de borboletas, enquanto Maquiné possui 147 exclusivas e a FLONA, 63.

Os ambientes abertos foram os mais ricos e abundantes nas duas localidades, seguidos dos intermediários e fechados (Tabela 1). A única exceção ocorreu em Maquiné onde o intermediário

apresentou maior riqueza de espécies que o aberto (Tabela 1). Em comparação as duas formações vegetais, Maquiné apresenta maiores valores de H' , com exceção do ambiente aberto da FLONA que possui maior diversidade do que os ambientes abertos e fechados de Maquiné (Tabela 1). Cabe ressaltar que os valores de diversidade de H' são muito altos e a dominância muito baixa.

Em relação às espécies mais abundantes nas transecções (Tabela 2), na FLONA, o ambiente aberto não possui espécies marcadamente dominantes, enquanto que os demais possuem pelo menos uma dominante com proporção maior do que 10% dos indivíduos amostrados. Em Maquiné, esta diferença é mais sutil ainda, e nenhum ambiente apresentou espécies dominantes, sendo as proporções das mais abundantes muito semelhantes entre si. As espécies dos ambientes abertos de ambas as localidades são comuns e generalistas - com exceção de *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902) na FLONA - pertencentes principalmente as subfamílias Coliadinae (Pieridae) e Nymphalinae (Nymphalidae); as de ambientes de mata já são relativamente mais restritas a ambientes de interior de florestas, pertencentes, em geral, a Ithomiinae, Satyrinae, Heliconiinae e Morphinae (Nymphalidae).

As curvas de suficiência amostral, para a região de Floresta Ombrófila Densa, em todos os ambientes continuaram ascendentes, principalmente no ambiente intermediário, que possui também o maior número de singletons e doubletons (Figura 1). O número de doubletons mostrou uma queda ao final das amostragens no ambiente aberto e tendem a estabilização nos outros dois tipos de ambientes. Na Floresta Ombrófila Mista, o ambiente fechado é o que possui a maior tendência à estabilização no número de espécies. A proporção de singletons variou de 25% (ambiente aberto na FLONA) a 39% (ambiente fechado em Maquiné).

Os estimadores analíticos de riqueza de espécies corroboram os resultados supracitados, indicando que os ambientes de Maquiné possuem uma quantidade maior de espécies ainda a serem acrescentadas, sempre com valores ultrapassando 100 espécies. Na FLONA este número se reduz, principalmente no ambiente fechado, que não teria mais do que 65 novas espécies a serem acrescentadas se as amostragens fossem estendidas (Tabela 1). Cabe ressaltar, porém, que, em

relação a estas estimativas, os ambientes abertos de ambas as localidades foram os que possuíram a maior porcentagem de espécies amostradas, em torno de 68% de acordo com Jack2, e os ambientes intermediário e fechado obtiveram em torno de 65% das espécies amostradas. Os valores de Bootstrap em cada ambiente são muito semelhantes entre as localidades e dentro destas. Ambientes abertos obtiveram 87% das espécies contempladas, enquanto que intermediárias e fechadas ficaram em torno de 85%.

Tomando-se as médias das variáveis abióticas registradas para cada transecção nos diferentes ambientes, tem-se que os ambientes abertos foram, em geral, mais quentes (com a exceção de um transecto intermediário para a FLONA), ventosos, e mais secos (Tabela 3). A menor incidência solar e a maior quantidade e cobertura da vegetação devem propiciar condições de mais umidade e menos vento no interior das matas intermediárias e fechadas.

As regressões lineares múltiplas indicam que a abundância e a riqueza de espécies de borboletas são explicadas pelos fatores ambientais avaliados ($P < 0,001$; Tabela 4). Menos de 15% da equitabilidade é explicada pelo ambiente, apesar da relação ser significativa ($P < 0,001$; Tabela 4). Também foi detectada importante relação causal sobre a variável “estação” (Tabela 4). Este aspecto é abordado em profundidade em Iserhard et al. (artigo 3 desta tese). Entre os fatores ambientais analisados, o efeito da temperatura foi significativo para a abundância e riqueza de espécies de borboletas, e a altitude para a abundância, equitabilidade e riqueza ($P < 0,001$; Tabela 5).

Todos os fatores analisados (estação, ano e ambiente) foram altamente significativos em relação às espécies de borboletas da Floresta Atlântica, sendo que “ambiente” foi o único fator capaz de explicar proporção importante da variação observada (Tabela 6). A Análise de Correspondência Canônica parcial mostra uma diferenciação bem marcada entre a composição de espécies de borboletas das localidades estudadas, associando os ambientes da FLONA a altitude, e as transecções abertas, e em menor grau, as intermediárias de Maquiné a maiores temperaturas (Figura 2a). Já ambientes intermediários e fechados de ambos os sítios possuíram associação com a umidade.

A pCCA realizada para as subfamílias de borboletas associa Heteropterinae, Pyrrhopyginae, Pierinae, Riodininae, Satyrinae, Limenitidinae e Dismorphiinae com altitudes elevadas; Morphinae, Heliconiinae e Ithomiinae com maior umidade; Dananinae, Polyommatae, Coliadinae, Nymphalinae e Biblidinae com temperaturas mais elevadas. As subfamílias Charaxinae, Apaturinae, Hesperinae, Theclinae não se associam a uma variável específica (Figura 2b).

Em relação à composição de famílias, Nymphalidae aparece como sendo a mais rica em todos os ambientes, seguida de Hesperidae (Tabela 7). Em geral, Pieridae possui maior abundância do que Hesperidae (Tabela 7). Para as subfamílias, Nymphalinae, Limenitidinae e Apaturinae são mais representativas em ambientes abertos, Biblidinae e Coliadinae muito ricas e abundantes em Maquiné. Satyrinae é mais rica e mais abundante na FLONA, associadas a ambientes de floresta tanto em Maquiné quanto na FLONA. Morphinae apresenta maior associação com as matas da Floresta Ombrófila Densa, tanto pela riqueza de espécies quanto pela abundância.

A Análise de Correspondência para a composição de espécies de borboletas entre os ambientes avaliados separadamente por localidade, mostra para Maquiné um gradiente de perturbação, com as transecções de ambientes abertos mais agrupadas e separadas das demais, e havendo uma mistura entre transecções intermediárias e fechadas (Figura 3). Para a FLONA, a distribuição entre ambientes não é tão agrupada e sem uma definição clara entre cada ambiente. A diversidade beta entre as transecções de Maquiné parece ser menor, evidenciada pela associação maior entre os ambientes, enquanto para a FLONA cada ponto está mais separado, indicando maior substituição na composição de espécies entre os ambientes (Figura 3).

O diagrama de Venn evidenciou, para ambas as localidades, que as espécies compartilhadas entre todos ambientes são em maior número que as demais (Figura 4). A associação entre trilhas abertas e fechadas e as trilha fechadas foram as que apresentaram os menores números de riqueza específica em Maquiné. Certamente, a maior exclusividade de espécies de aberta e intermediária em Maquiné deve-se ao fato das mesmas apresentarem maior riqueza total. Já na FLONA, os maiores

valores ficam por conta das espécies exclusivas ao ambiente aberto e as comuns a intermediária e aberta.

Discussão

Ambas as assembléias de borboletas apresentaram diversidade muito alta (H') e baixa dominância. Entretanto, mesmo para estas localidades tão próximas, diferença na riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas foram detectadas entre a Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul. Diferenças nas proporções das famílias desta fauna já foram evidenciadas através das listagens apresentadas nos artigos 1 e 2 desta tese, onde Nymphalidae, Pieridae e Papilionidae possuem maior riqueza (39%, 17% e 5%, respectivamente) e HesperIIDae e Lycaenidae + Riodinidae possuem menor riqueza (29,6% e 17%, respectivamente) na FLONA em relação a Maquiné. Tais diferenças devem estar vinculadas, pelo menos em parte, as associações de determinados subgrupos dentro destas famílias a alguns dos fatores ambientais aqui estudados, em particular, a temperatura e altitude (vide adiante).

Os resultados também indicaram que a fauna de borboletas responde diferentemente ao tipo de ambiente amostrado na Floresta Atlântica: em determinadas análises, os mesmos padrões são evidenciados para a região de Maquiné e FLONA, enquanto em outros, os resultados entre os extremos altitudinais são diferentes no que tange aos ambientes abertos, intermediários e fechados de cada localidade. Muitos trabalhos demonstram decréscimo na riqueza de espécies conforme aumenta a altitude (Wolda 1987; Gutiérrez e Menéndez 1998; Fleishman et al. 2000), fato este verificado entre os extremos de altitude entre a Floresta Ombrófila Densa e Mista

Os diferentes ambientes da região de Floresta Ombrófila Mista foram representados por uma riqueza menor de espécies de borboletas. Apesar das curvas de suficiência amostral estarem em ascensão, a fauna de borboletas abarcou de 85 a 90% das espécies destas regiões. A grande semelhança nas porcentagens das assembléias amostradas em cada ambiente nas duas localidades estudadas indicadas pelos estimadores analíticos de riqueza de espécies Bootstrap e Jackknife 2, indica fidelidade amostral da metodologia empregada, mostrando igualdade nas amostragens para

cada sítio, evidenciando a eficiência do método de transecções com a técnica de rede entomológica. Isto é um resultado importante, no momento em que a associação deste método com esta técnica permite contemplar uma ampla gama de famílias e subfamílias de borboletas, possibilitando uma análise mais abrangente e ao mesmo tempo padronizada e comparável no espaço e no tempo.

De acordo com Brown & Freitas (2000), de 80 a 90% das espécies de Papilionoidea e Hesperioidea podem ser amostradas com aproximadamente 640 horas de observação. Assim, a intensidade e o tamanho amostral deste estudo são satisfatórios para o desenvolvimento das análises apresentadas, o que possibilita a geração de conclusões sólidas e gerais. Outro fator que aponta nesta direção é a possibilidade de estabilização de singletons e doubletons. De acordo com Magurran (2004) e Coddington et al. (2009), a estabilidade ou a diminuição nos valores de singletons e doubletons ao longo de amostragens é um indicativo de que o ambiente em questão está relativamente bem amostrado. A proporção de singletons de determinados ambientes no presente estudo está de acordo com o registrado em outros trabalhos realizados em regiões tropicais (Rogo e Odulaja 2001; Coddington et al. 2009). Muitas vezes, singletons são parte importante da comunidade de insetos herbívoros, perfazendo pelo menos metade das espécies da assembléia de florestas tropicais (Basset et al. 1998; Rogo e Odulaja 2001).

Grande parte da variação na riqueza e abundância de borboletas foi explicada pelas variáveis ambientais analisadas. O fator que mais influencia estas assembléias foi a temperatura e altitude, sendo a primeira diretamente relacionada com os ambientes abertos, em especial nas transecções de Maquiné, em consequência da maior exposição ao sol. Muitas das subfamílias mais ricas e abundantes nestes ambientes também estão associadas com este fator abiótico. A velocidade do vento também está mais associada a este tipo de hábitat. Já ambientes intermediários e fechados se relacionam com aumento de umidade tanto para Maquiné quanto para a FLONA. Provavelmente os mesmos possuam microclimas mais específicos e mais amenos no interior destas florestas. De acordo com Kitahara (2004), fatores físicos são mais correlacionados à composição de espécies de

borboletas do que fatores biológicos, e diferentes microclimas parecem ser determinantes para as assembléias de borboletas.

Como tendência geral, ambientes abertos foram os mais ricos, abundantes e diversos. Muitas espécies de borboletas são muito sensíveis a mudanças na temperatura, umidade e níveis de luz (Wood e Gilman 1998). A perturbação e substituição de matas por locais abertos e modificados alteram tais parâmetros, possibilitando uma maior quantidade de recursos alimentares, a formação de mosaicos de vegetação aumentando a heterogeneidade ambiental (Van Lien e Yuan 2003), que podem aumentar a quantidade de espécies de borboletas euritópicas e generalistas (Ruszczyk 1986b; Raguso e Llorente-Bousquets 1990/91; Spitzer et al. 1993; Brown e Freitas 1999). Estas invadem e dominam rapidamente estes tipos de habitats (Raguso e Llorente-Bousquets 1990/91; Kocher e Williams 2000), onde pode haver a substituição de espécies, alterando desta forma a diversidade (Ruszczyk 1986b). O distúrbio de habitat é um determinante importante na composição de espécies de um local (Spitzer et al. 1993), e afetam sobremaneira a riqueza e a estrutura da comunidade de borboletas da Floresta Atlântica (Brown e Freitas 2000).

Ambientes abertos foram representados, em geral, por espécies comuns, de ampla distribuição geográfica, abundantes em diversos tipos de habitats na Floresta Atlântica (Iserhard e Romanowski 2004, Iserhard et al. artigos 1 e 2 desta tese) (Tabela 2).

Em compensação, nas matas fechadas observou-se a presença de espécies mais associadas à microhabitats de interior de florestas, necessitando mais umidade e de recursos mais específicos. Mesmo assim, também registraram-se espécies comumente encontradas no exterior da mata. As mesmas podem estar aptas a voar no dossel de florestas e se estabelecer em clareiras dentro da mesma (Spitzer et al. 1993).

Algumas espécies características de interior de florestas ocorreram eventualmente em locais fora da mata, mas esses registros foram em baixo número. Apesar das transecções abertas representarem ambientes alterados, as mesmas estão cercadas por matas mais preservadas, tanto na região de Floresta Ombrófila Densa quanto na Floresta Ombrófila Mista. A presença dessas

espécies pode ser explicada pela sua eventual passagem na borda da mata junto ao ambiente aberto em um momento de alta atividade, em voos exploratórios em busca de recursos (Daily e Ehrlich 1995) ou pelo deslocamento entre regiões de mata. Isto permite que espécies da vizinhança venham a utilizar outro ambiente (Wettstein e Schmid 1999). Segundo Spitzer et al. (1993), existem espécies de borboletas associadas a mata que são euritópicas, podendo explorar recursos em outros habitats.

Nymphalinae, Coliadinae, Pierinae, Danainae, Limenitidinae e algumas espécies de Satyrinae foram as subfamílias associadas a ambientes abertos, ensolarados e perturbados. Nymphalidae e Pieridae dominam a distribuição de abundância das espécies mais representativas nos ambientes abertos de Maquiné e FLONA, e estão relacionadas com temperaturas mais elevadas. As representantes de Pieridae são dos gêneros *Phoebis* Hübner e *Rhabdodryas* (Godman & Salvin), encontram-se tanto em áreas florestadas quanto em áreas abertas (Brown 1992), sendo bem adaptadas a ambientes ruderais e agroecossistemas. *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821) é um ninfalídeo muito comum em florestas perturbadas e com vegetação de crescimento secundário (DeVries 1987; Brown 1992; Canals 2003).

Por outro lado, no presente trabalho Morphinae, Pyrrhopyginae, Dismorphiinae, Heliconiinae, Ithomiinae e grupos de Satyrinae são mais específicas, ocorrendo associadas ao interior das matas intermediárias e fechadas em ambas as regiões estudadas. Chama a atenção a presença de *Morpho espistrophus catenaria* (Perry, 1811) em todos habitats de mata em Maquiné e FLONA, bem como de *Aeria olena* Weyer, 1875 para Maquiné e *Moneuptychia paeon* (Godart, 1824) para a FLONA. *M. espistrophus catenaria* está associada a ambientes de interior de matas secundárias e preservadas em ambas as fisionomias de Floresta Atlântica (Grazia et al. 2008). *A. olena* associa-se a florestas úmidas, somente em curtos períodos do ano, e mesmo assim em locais específicos dentro da mata, não sendo comumente encontrada no Rio Grande do Sul. Morphinae, Ithomiinae e Heliconiinae se associam também a maior umidade e menor temperatura. *M. paeon*, apesar de comum, na Floresta Ombrófila Mista mostrou preferência por ambientes de mata,

eventualmente podendo ser considerada uma espécie euritópica que consegue explorar também ambientes de borda entre a mata e áreas abertas. O mesmo pode ocorrer com as representantes de Heliconiinae em Maquiné.

A ausência de espécies estritamente indicadoras ou altamente específicas de mata não indica que tais ambientes estejam totalmente modificados e/ou condenados. Acredita-se que a presença de tais grupos seja de fato um indicativo de que tais florestas mantenham e sejam fundamentais para a fauna associada, pela presença de plantas hospedeiras, recursos alimentares, ou microhabitats mais específicos em termos de umidade e temperatura, visando manter o equilíbrio térmico e a sobrevivência destas espécies. Mesmo assim, são registradas espécies indicadoras de ambientes merecedores de atenção para conservação em ambas as fisionomias de Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul (vide Iserhard e Romanowski 2004, Iserhard et al, artigos 1 e 2 desta tese).

Dois resultados, talvez surpreendentes, verificados neste estudo foram a não associação da umidade com nenhum dos parâmetros de diversidade, pois se acreditava que a umidade fosse ser significativamente relacionada a riqueza e abundância de borboletas. Possivelmente as regiões estudadas tenham amplitudes pequenas de variação entre os ambientes abertos e fechados, já que a Floresta Atlântica como um todo se caracteriza por apresentar alta umidade ao longo de todo o ano, não havendo períodos secos característicos. Talvez tal fator não tenha sido suficientemente extremo para afetar a fauna de borboletas, que neste caso, teve na temperatura sua maior influência. A variação no padrão de dominância de borboletas entre os ambientes também não foi verificada, sendo a resposta das espécies de borboletas em relação aos mesmos evidenciada através das suas composições.

Os parâmetros de diversidade que responderam à influência dos fatores ambientais analisados e ao tipo de formação vegetal foram, principalmente a riqueza de espécies, abundância e composição da fauna de borboletas. A equitabilidade, por outro lado, não mostrou associações significativas nas análises propostas, não havendo variação em relação a alfa e beta diversidade. De todos os fatores ambientais, altitude e temperatura influenciaram a fauna de borboletas da Floresta

Atlântica. Tais fatores estão diretamente associados ao tipo de vegetação dos ambientes abertos, intermediários e fechados, pois temperaturas mais altas estão relacionadas à Floresta Ombrófila Densa, e maiores altitudes a Floresta Ombrófila Mista. Tal ilustra a dificuldade em separar variáveis ambientais de variáveis bióticas, pois estas se correlacionam obscurecendo padrões ecológicos mais amplos. Levando em consideração que a perturbação é dinâmica, enfatiza-se a necessidade de delineamento amostral e análises criteriosas.

Ambas as áreas ainda possuem fragmentos em bons estados de preservação, mas obtiveram-se poucas espécies realmente especialistas de interior de matas. A adição de técnicas amostrais capazes de propiciar o registro da fauna de hábito alimentar frugívoro ou característica de dossel virá contribuir neste sentido. Tal investigação já vem sendo desenvolvida nas mesmas áreas da Floresta Atlântica com o uso de armadilhas atrativas.

Apesar da dificuldade em avaliar este tipo de sistema, relacionando a fauna de borboletas a todas as variáveis e fatores descritos acima, foi possível perceber efeitos marcantes na composição da fauna de borboletas em relação aos diferentes ambientes amostrados na Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul em escala local e regional, resultados estes que podem ser aplicados a outras áreas de florestas subtropicais com gradientes de altitude.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas do Laboratório de Ecologia de Insetos – UFRGS e aos demais colegas que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho. À Paola Stumpf, técnica ambiental da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA-RS) pelo auxílio e pela permissão de realização das amostragens na região de Maquiné, e a administração e funcionários da Floresta Nacional de São Francisco de Paula em nome da Sra. Edenice Brandão (ICMBio). CNPq (Processos nº 473838/2006-0 e 472175/2007-6 Processos nº 473838/2006-0 e 472175/2007-6, bolsa PQ processo 308292/2007-3) financiou este projeto e CAPES concedeu bolsa de doutorado a CAI. As coletas foram realizadas com a licença permanente do IBAMA nº 11990-1, registro 2019567. Contribuição nº ____ do Departamento de Zoologia, UFRGS.

Referências

- Backes A (1999) Condicionamento climático e distribuição geográfica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no Brasil – II. *Pesqui Bot* 49: 31-52.
- Backes A, Fernandes AV, Zeni DJ (2000) Produção de folheto em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. *Pesqui Bot* 50: 97-117.
- Basset Y, Novotny V, Miller SE, Springate ND (1998). Assessing the impact of forest disturbance on tropical invertebrates: some comments. *J Appl Ecol* 35: 461-466.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR (2006) *Ecology, Individuals, Populations and Communities*. Blackwell Scientific Publications.
- Brown KS (1992) Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: Morellato LPC (ed.) *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*. FAPESP/UNICAMP, São Paulo.
- _____ (1996) The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relational to traditional land use systems. *Decline Conservation Butterflies in Japan* 3: 128-149.
- Brown KS, Freitas AVL (1999) Lepidoptera. In: Brandão CRF, Canello EM (eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres*. FAPESP, São Paulo
- _____ (2000) Atlantic Forest Butterflies: Indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32(4b): 934-956
- Canals GR (2003) *Butterflies of Misiones*. L.O.L.A., Buenos Aires
- CIB – Conservation International do Brasil (2000). *Avaliações e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.
- Coddington JA, Agnarsson I, Miller JA, Kuntner M, Hormiga G (2009) Undersampling bias: the null hypothesis for singleton species in tropical arthropod surveys. *J Anim Ecol* 78: 573-584.

- Colwell (2007) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. <http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates>. Cited in October 2009.
- Daily GC, Ehrlich PR (1995) Preservation of biodiversity in small rainforest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodiv Conserv* 4: 35-55.
- Devries PJ (1987) The butterflies of Costa Rica and their natural history, Volume 1: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, New Jersey.
- DeVries PJ, Walla TR, Grenney HF (1999) Species diversity in spatial and temporal dimensions of fruit-feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biol J Linn Soc* 68: 333-353.
- Fernandes AV, Backes A (1998) Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. *Iheringia, Bot* 51(1): 63-78.
- Fleishman E, Fay JP, Murphy DD (2000) Upsides and Downsides: Contrasting Topographic Gradients in Species Richness and Associated Scenarios for Climate Change. *J Biogeogr* 27: 1209-1219.
- Gaston KJ (1996) Species richness: measure and measurement. In: Gaston KJ (ed.) *Biodiversity, a biology of numbers and difference*. University of Sheffield, Oxford
- Ghazoul J (2002) Impact of logging on the richness and diversity of forest butterflies in a tropical dry forest in Thailand. *Biodiv Conserv* 11: 521-541.
- Grazia J, Romanowski HP, Araújo PB, Schwertner CF, Iserhard CA, Moura LA, Ferro VG (2008) Artrópodos Terrestres. In: Bond-Buckup G (org.) *Biodiversidade dos Campos de Cima da Serra*. Libretos, Porto Alegre.
- Grill A, Cleary DFR (2003) Diversity patterns in butterfly communities of the Greek nature reserve Dadia. *Biol Conserv* 114: 427-436.
- Gutiérrez D, Menéndez R (1998) Stability of butterfly assemblages in relation to the level of numerical resolution and altitude. *Biodiv Conserv* 7: 967-979.

- Hammond PC, Miller JC (1998) Comparison of the biodiversity of Lepidoptera within three forested ecosystems. *Ann Entomol Soc America* 91(3): 323-328.
- Harding PT, Asher J, Yates TJ (1995) Butterfly Monitoring: 1 - Recording the changes. In: Pullin AS (ed.) *Ecology and conservation of butterflies*. Chapman & Hall, London.
- Iserhard CA, Romanowski HP (2004) Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) da região do Vale do rio Maquiné, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 21(3): 649-662
- Janzen DH (1987) Insect diversity of a Costa Rica dry forest: why keep it, and how? *Biol J Linn Soc* 30: 343-356.
- Kitahara M (2004) Butterfly community composition and conservation in and around a primary woodland of Mount Fuji, central Japan. *Biodiv Conserv* 10: 917-942
- Kocher S, Williams E (2000). The diversity and abundance of North American butterflies vary with habitat disturbance and geography. *J Biogeogr* 27: 785-794.
- Lamas G (2004) *Atlas of Tropical Lepidoptera. Checklist: Part 4a Hesperioidea – Papilionoidea*. Scientific Publishers, Gainesville.
- Legendre P, Legendre L (1998) *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam.
- Lewis OT, Wilson RJ, Harper MC (1998) Endemic Butterflies on Grande Comore: habitat preferences and conservation priorities. *Biol Conserv* 85: 113-121.
- Magurran AE (2004) *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Melo AS, Froehlich CG (2001) Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species richness using individual stones in tropical streams. *Freshwater Biology* 46: 711-721.
- Mielke OHH (2005) *Catalogue of the American Hesperioidea: Hesperioidea (Lepidoptera)*. 6 volumes. Sociedade Brasileira de Zoologia, Curitiba.
- Nimer E (1990) *Clima. Geografia do Brasil Região Sul*. IBGE (ed.). IBGE, Rio de Janeiro.

- Økland RH (2003) Partitioning the variation in a plot-by-species data matrix that is related to n sets of explanatory variables. *J Veg Sci* 14: 693-700.
- Paz ALG, Romanowski HP, Morais ABB (2008) Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop* 8: 1-10.
- Raguso RA, Llorente-Bousquets J (1990/91) The butterflies (Lepidoptera) of the Tuxtla Mts., Veracruz, México, revisited: species-richness and habitat disturbance. *J Res Lepid* 29(1-2): 105-133
- Rogo L, Odulaja A (2001) Butterfly populations in two Forest fragments at the Kenya coast. *Afr J Ecol* 39: 266-275
- Ruszczyk A (1986a) Ecologia urbana de borboletas, I. O gradiente de urbanização e a fauna de Porto Alegre, RS. *Rev Bras Biol* 46(4): 675-688.
- _____ (1986b) Ecologia urbana de borboletas, II. Papilionidae, Pieridae e Nymphalidae em Porto Alegre, RS. *Rev Bras Biol* 46(4): 689-706.
- Sevegnani L, Baptista LRM (1995) Composição florística de uma floresta secundária, no âmbito da Floresta Atlântica, Maquiné, RS. *Sellowia* 45-48: 47-71.
- Simonson SE, Opler PA, Stohlgren TJ, Chong GW (2001) Rapid assessment of a butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiv Conserv* 10: 1369-1386
- Spitzer K, Novotny V, Tonner M, Leps J (1993) Habitat preferences, distribution and seasonality of the butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea) in a montane tropical rain forest, Vietnam. *J Biogeogr* 20: 109-121.
- Ter Braak CJF, Smilauer P (2002) CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows User's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, New York.

- Van Lien V, Yuan D (2003) The differences of butterfly (Lepidoptera, Papilionoidea) communities in habitats with various degrees of disturbance and altitudes in tropical forests of Vietnam. *Biodiv Conserv* 12: 1099-1111.
- Weller B, Ganzhorn JU (2004) Carabid beetle community composition, body size, and fluctuating asymmetry along an urban-rural gradient. *Basic Appl Ecol* 5: 193-201.
- Wettstein W, Schmid B (1999) Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers. *J Appl Ecol* 36: 363-373.
- Wolda H (1987) Altitude, habitat and tropical insect diversity. *Biol J Linn Soc* 30: 313-323.
- Wood B, Gillman MP (1998) The effects of disturbance on forest butterflies using two methods of sampling in Trinidad. *Biodiv Conserv* 7: 597-616.

Legenda das Figuras

Figura 1. Curvas de suficiência amostral, singletons e doubletons das assembléias de borboletas nos diferentes ambientes amostrados entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA). Ambiente aberto (a, b), ambiente intermediário (c, d) e ambiente fechado (e, f).

Figura 2. Análise Canônica de Correspondência parcial da composição de subfamílias de borboletas (a) entre os diferentes ambientes amostrados; e (b) entre as subfamílias. São apresentados os escores dos fatores ambientais avaliados. Ambos os gráficos possuem a mesma variação nos eixos apresentados, estando na mesma escala e representam o mesmo resultado. Círculos brancos (ambiente aberto), quadrados brancos (ambiente intermediário) e triângulos brancos (ambiente fechado) no Vale do rio Maquiné, mesmos símbolos em cinza indicam os ambientes da Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA). Morph, Morphinae; Itho, Ithomiinae; Dism, Dismorphiinae; Char, Charaxinae; Hesp, Hesperinae; Thec, Theclinae; Lime, Limenitidinae; Saty, Satyrinae; Riod, Riodininae; Pyrr, Pyrrhopyginae; Hete, Heteropterinae; Pier, Pierinae; Apat,

Apaturinae; Heli, Heliconiinae; Euse, Euselasiinae; Pyrg, Pyrginae; Papi, Papilioninae; Nymph, Nymphalinae; Bibl, Biblidinae; Poly, Polyommatainae; Coli, Coliadinae; Lybi, Lybitheinae.

Figura 3. Análise de Correspondência da composição de espécies de borboletas nos diferentes ambientes amostrados no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) entre março de 2006 e março de 2008. Ambos os gráficos possuem a mesma variação nos eixos apresentados, estando na mesma escala e representam o mesmo resultado. Círculos brancos (ambiente aberto), quadrados brancos (ambiente intermediário) e triângulos brancos (ambiente fechado) em Maquiné, mesmos símbolos em cinza indicam os ambientes da (FLONA).

Figura 4. Diagrama de Venn para a riqueza de espécies de borboletas exclusivas e compartilhadas nos diferentes ambientes amostrados no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) entre março de 2006 e março de 2008.

Legenda das Tabelas

Tabela 1. Riqueza de espécies, abundância e estimadores analíticos de riqueza de espécies Bootstrap e Jackknife 2 para as assembléias de borboletas registradas nos diferentes ambientes entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA). AA, ambiente aberto; AI, ambiente intermediário; AF, ambiente fechado.

Tabela 2. Espécies de borboletas mais abundantes nos diferentes ambientes amostrados no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), registradas entre março de 2006 e março de 2008.

Tabela 3. Valores médios dos fatores ambientais analisados nos diferentes ambientes, registrados entre março de 2006 a março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA). AA, ambiente aberto; AI, ambiente intermediário; AF, ambiente fechado; T1, transecção 1; T2, transecção 2.

Tabela 4. Regressões lineares múltiplas entre abundância, equitabilidade e riqueza de espécies das assembléias de borboletas registradas entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Tabela 5. Regressões lineares múltiplas entre abundância, equitabilidade e riqueza de espécies das assembléias de borboletas em relação a fatores ambientais, registrados entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA).

Tabela 6. Soma de autovalores, porcentagem e pseudo-F calculados para a composição de borboletas do Vale do rio Maquiné e Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) através da Análise Canônica de Correspondência parcial.

Tabela 7. Riqueza de espécies (S) e abundância (N) das famílias e subfamílias de borboletas registradas nos diferentes ambientes amostrados entre março de 2006 e março de 2008 no Vale do rio Maquiné e na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA). AA, ambiente aberto; AI, ambiente intermediário; AF, ambiente fechado.

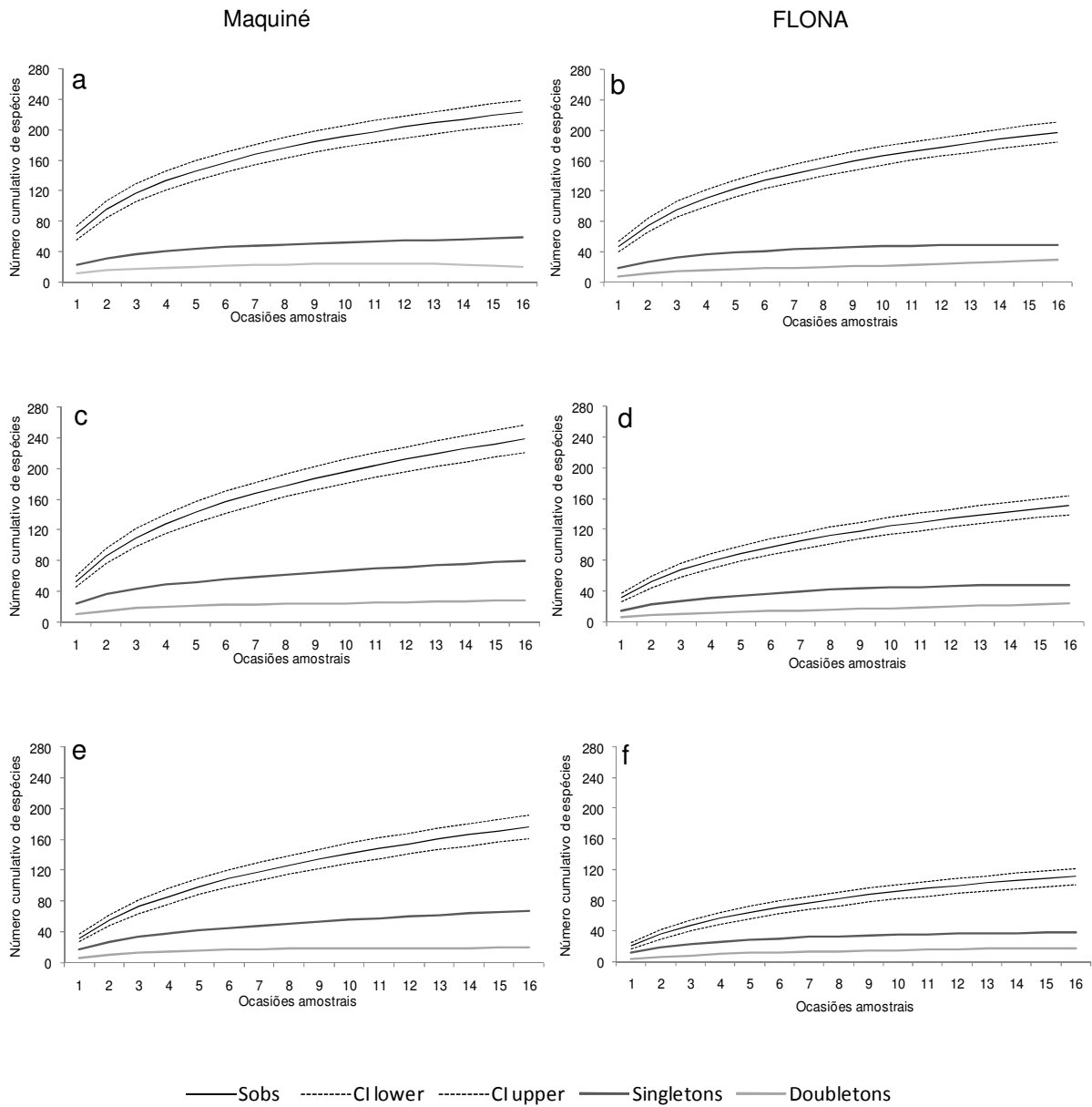
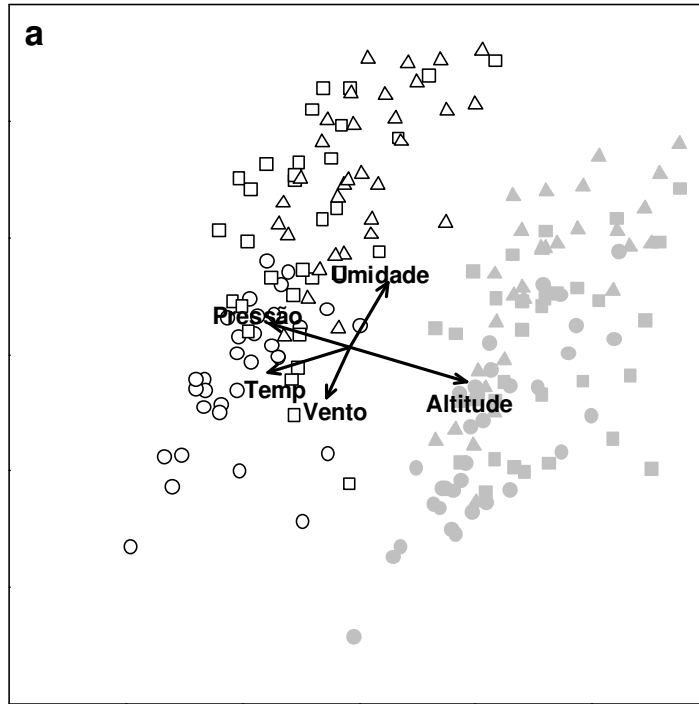
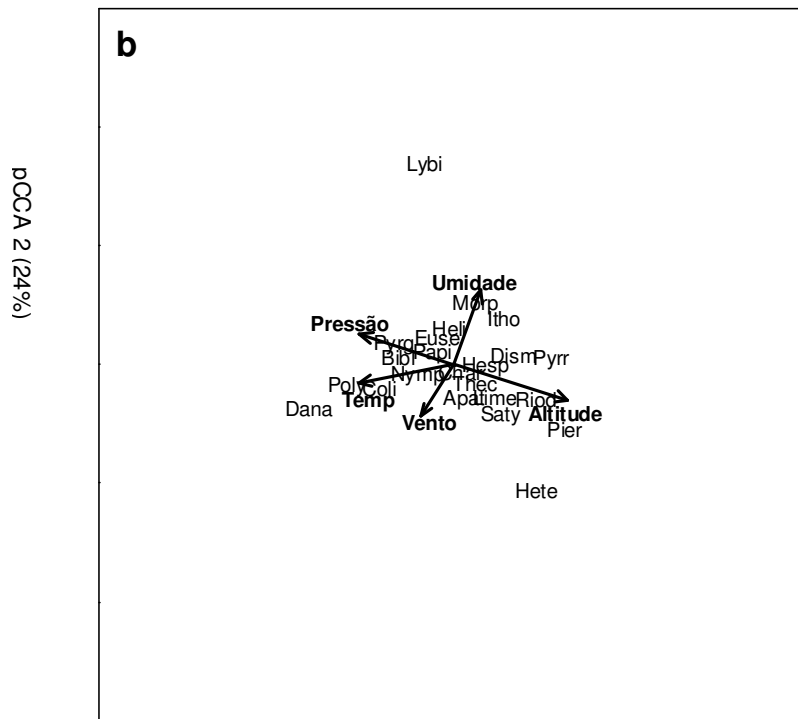


Figura 1.



pCCA 1 (63%)



pCCA 1 (63%)

Figura 2.

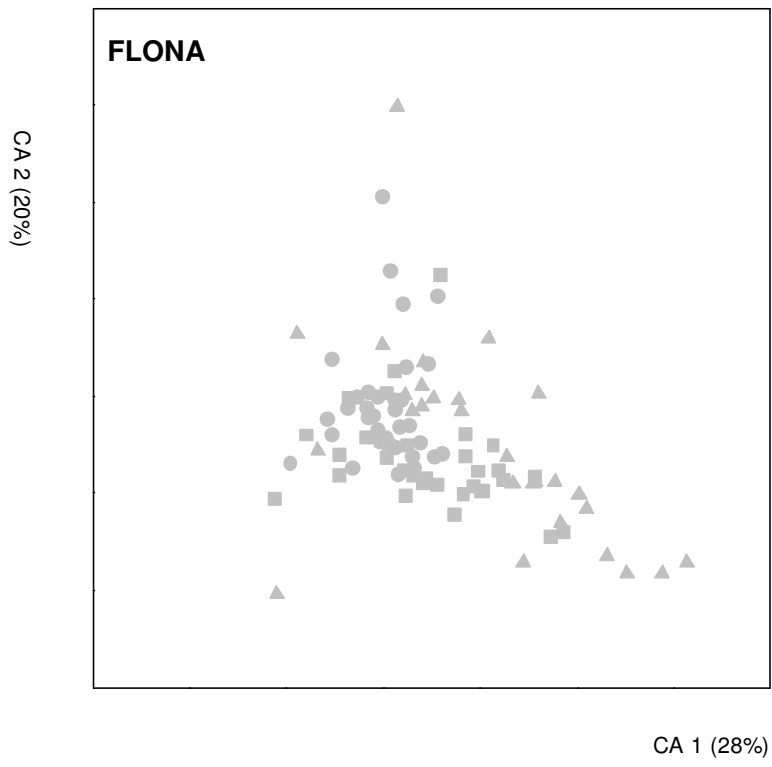
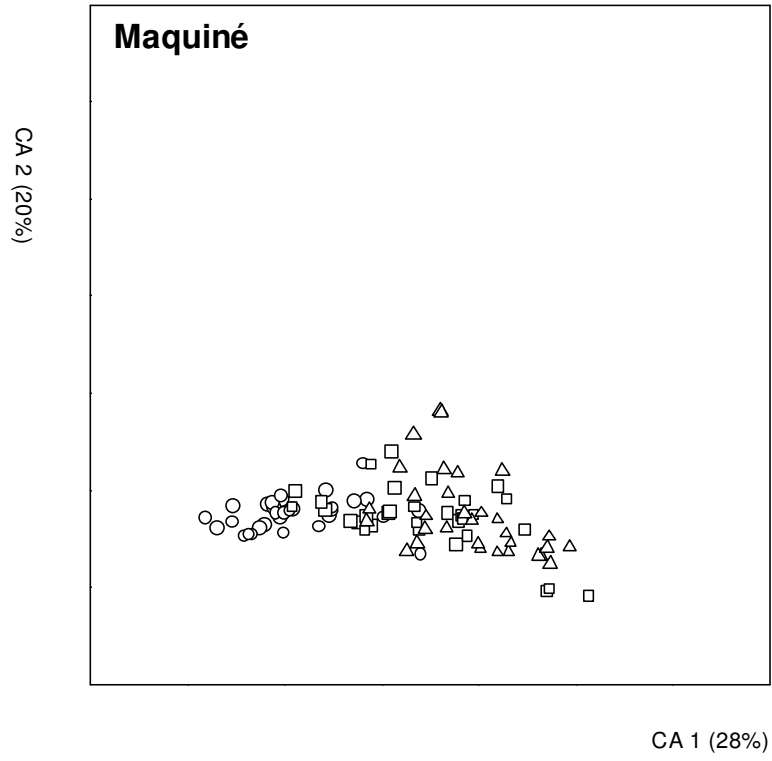


Figura 3.

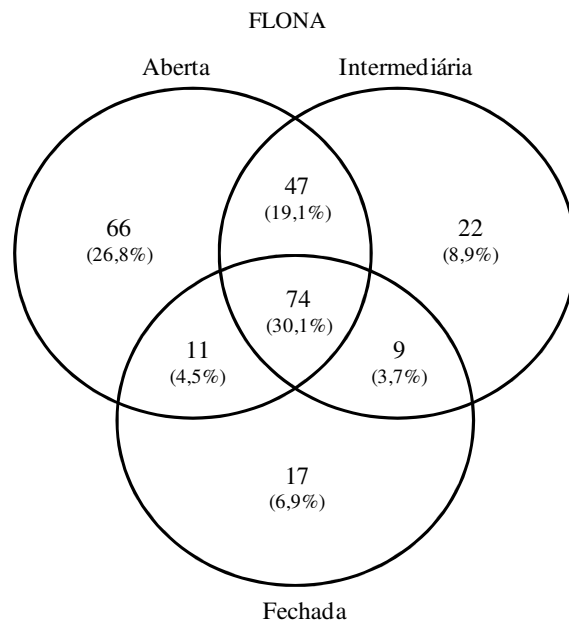
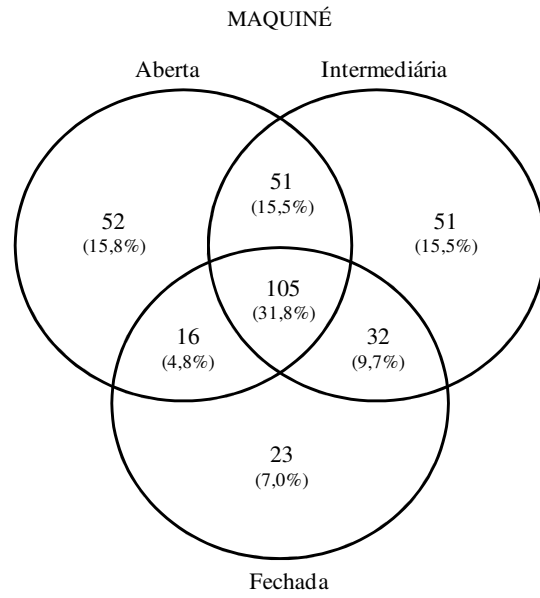


Figura 4.

Tabela 1.

	Maquiné			FLONA		
	AA	AI	AF	AA	AI	AF
Riqueza de Espécies	224	239	176	198	152	111
Abundância	5487	2496	1404	3540	2234	1239
Shannon-Wiener	4,160	4,517	4,138	4,188	3,724	3,503
Complementar de Simpson	0,9723	0,9802	0,9672	0,9737	0,9519	0,9453
Bootstrap	255 (±9,0)	280 (±11,1)	209 (±9,4)	228 (±10,4)	178 (±5,6)	130 (±8,6)
Jackknife 2	331 (±20,2)	392 (±18,6)	293 (±16,8)	291 (±21,1)	235 (±9,8)	173 (±16,1)

Tabela 2.

Maquiné					
Ambiente Aberto	%	Ambiente Intermediário	%	Ambiente Fechado	%
Pieridae		Nymphalidae		Nymphalidae	
Coliadinae		Heliconiinae		Heliconiinae	
<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	6.7	<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	4.2	<i>Heliconius erato phyllis</i> (Fabricius, 1775)	8.0
<i>Rhabdodryas trite banksi</i> Breyer, 1939	5.8	<i>Heliconius ethilla narcaea</i> Godart, 1819	4.1	<i>Heliconius ethilla narcaea</i> Godart, 1819	6.8
<i>Phoebis argante</i> (Fabricius, 1775)	3.8	Ithomiinae		Ithomiinae	
Nymphalidae		<i>Eptyches eupompe</i> (Geyer, 1832)	3.4	<i>Aeria olena</i> Weyer, 1875	8.0
Nymphalinae		<i>Aeria olena</i> Weyer, 1875	3.1	<i>Eptyches eupompe</i> (Geyer, 1832)	6.1
<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	6.0	Morphinae		<i>Mechanitis lysimnia</i> (Fabricius, 1793)	2.5
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	5.2	<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	6.7	Morphinae	
Satyrinae		Nymphalinae		<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	7.3
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	5.6	<i>Ortilia orthia</i> (Hewitson, 1864)	4.8		
Floresta Nacional de São Francisco de Paula					
Ambiente Aberto	%	Ambiente Intermediário	%	Ambiente Fechado	%
Pieridae		Nymphalidae		Nymphalidae	
Coliadinae		Morphinae		Morphinae	
<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	6.2	<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	4.8	<i>Morpho epistrophus catenaria</i> (Perry, 1811)	9.9
Nymphalidae		Ithomiinae		Ithomiinae	
Nymphalinae		<i>Eptyches eupompe</i> (Geyer, 1832)	7.5	<i>Eptyches eupompe</i> (Geyer, 1832)	11.5
<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	3.8	Satyrinae		<i>Pseudoscada erruca</i> (Hewitson, 1855)	6.1
Satyrinae		<i>Moneuptychia paeon</i> (Godart, 1824)	3.7	Satyrinae	
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	8.3	Nymphalinae		<i>Moneuptychia paeon</i> (Godart, 1824)	10.2
<i>Euptychoides castrensis</i> (Schaus, 1902)	4.0	<i>Tegosa claudina</i> (Eschscholtz, 1821)	5.5	<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	5.2
Limenitidinae		Pieridae		Riodinidae	
<i>Adelpha syma</i> (Godart, 1824)	3.2	Dismorphiinae		Riodininae	
Riodinidae		<i>Dismorphia thermesia</i> (Godart, 1819)	15.0	<i>Charis cadytis</i> Hewitson, 1866	8.1
Riodininae		Coliadinae			
<i>Stichelia bocchoris</i> (Hewitson, 1876)	4.0	<i>Phoebis neocypris</i> (Hübner, 1823)	6.8		

Tabela 3.

	Vale do rio Maquiné						FLONA					
	AA		AI		AF		AA		AI		AF	
	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
Velocidade vento (m/s)	0.44	0.45	0.33	0.26	0.22	0.08	0.39	0.55	0.11	0.11	0.07	0.13
Temperatura (°C)	27.7	28.4	25.2	25.0	24.3	23.0	23.8	22.9	24.8	22.8	21.7	22.0
Umidade do ar	53.5	50.9	65.2	64.2	67.2	70.8	54.3	54.7	60.6	61.9	67.2	65.8
Pressão atmosférica (mm/Hg)	992.7	979.4	987.8	1010.5	989.4	984.4	918.7	918.6	920.3	899.7	917.2	917.5
Altitude média (m)	150	116	215	54	191	242	814	817	802	812	829	826

Tabela 4.

Fonte de variação	Abundância				Equitabilidade				Riqueza			
	R ²	F	GL	P	R ²	F	GL	P	R ²	F	GL	P
Ambiente	0.364	21.264	5,186	<0.001	0.148	6.441	5,186	<0.001	0.289	15.142	5,186	<0.001
Estação	0.360	35.297	3,188	<0.001	0.030	1.903	3,188	0.131	0.295	26.263	3,188	<0.001
Ano	<0.001	0.002	1,190	0.962	0.010	1.958	1,190	0.163	0.001	0.206	1,190	0.65
Ambiente estruturado nas estações	-0.016				0.003				0.052			
Ambiente estruturado no ano	0.000				-0.003				0.000			
Estações estruturadas no ano	0.001				-0.003				-0.001			
Amb. estruturado nas est. estruturadas no ano	-0.001				0.004				0.000			
Variação não explicada	0.292				0.812				0.364			

Tabela 5.

	Abundância				Equitabilidade				Riqueza de espécies			
	Coefficiente	Erro Padrão	t	P	Coefficiente	Erro Padrão	t	P	Coefficiente	Erro Padrão	t	P
Vento	0.344	0.101	3.418	<0.001	0.0343	0.24	0.143	0.887	0.0105	0.178	0.059	0.953
Temperatura	0.0414	0.00558	7.426	<0.001	0.0188	0.0133	1.412	0.16	0.0616	0.00985	6.26	<0.001
Umidade	-0.00324	0.00255	-1.275	0.204	0.000287	0.00607	0.0473	0.962	-0.000907	0.00449	-0.202	0.84
Pressão atmosférica	-0.00178	0.000782	-2.28	0.024	-0.000385	0.00187	-0.206	0.837	-0.00222	0.00138	-1.61	0.109
Altitude	-0.000328	0.000116	-2.816	0.005	-0.000946	0.000278	-3.407	<0.001	-0.000787	0.000205	-3.834	<0.001

Tabela 6.

Fonte de variação	Soma autovalores	%	Pseudo-F	P
Ambiente	0.288	0.20014	10.574	0.0001
Estação	0.1	0.06949	6.124	0.0001
Ano	0.016	0.01112	2.963	0.0007
Ambiente estruturado nas estações			-0.02502	
Ambiente estruturado no ano			-0.00417	
Estações estruturadas no ano			-0.00208	
Ambiente estruturado nas estações estruturadas no ano			0.06046	
Variação não-explicada			0.69006	
CA	1.439	1.00000		

Tabela 7.

Famílias / Subfamílias	Maquiné						FLONA					
	AA		AI		AF		AA		AI		AF	
	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N
Nymphalidae	88	2858	82	1465	69	931	79	1895	65	1182	49	801
Nymphalinae	19	1085	12	314	9	73	16	424	9	202	5	51
Heliconiinae	12	419	11	311	10	265	17	293	10	163	9	44
Biblidinae	16	349	11	123	12	72	6	27	6	67	6	14
Itomiinae	9	187	9	257	11	276	9	117	11	295	9	312
Satyrinae	10	426	11	135	7	52	13	718	13	257	10	226
Morphinae	6	58	11	223	9	161	5	111	7	132	4	128
Limenitidinae	6	96	4	36	6	17	6	132	4	44	3	16
Danainae	3	188	3	8	1	2	1	3	1	1	1	1
Apaturinae	5	40	5	36	1	4	3	33	2	18	1	8
Charaxinae	2	10	4	21	3	9	3	37	2	3	1	1
Lybitheinae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Pieridae	24	1603	22	327	18	108	23	611	16	557	9	124
Coliadinae	14	1435	11	223	9	48	10	262	4	155	1	47
Dismorphiinae	5	150	7	96	5	48	6	102	7	363	6	62
Pierinae	5	18	4	8	4	12	7	247	5	39	2	15
Papilionidae	12	251	10	117	10	82	11	84	11	106	7	46
Papilioninae	12	251	10	117	10	82	11	84	11	106	7	46
Hesperiidae	69	631	84	441	65	229	51	505	42	195	27	92
Pyrrhopyginae	0	0	3	4	1	1	2	18	2	2	2	3
Pyrginae	42	485	39	327	37	151	26	209	19	88	9	39
Hesperiinae	27	146	42	110	27	77	22	272	20	104	16	50
Heteropterinae	0	0	0	0	0	0	1	6	1	1	0	0
Lycaenidae	17	85	30	82	9	21	20	125	11	43	14	28
Theclinae	15	75	28	78	9	21	18	122	11	43	14	28
Polyommatainae	2	10	2	4	0	0	2	3	0	0	0	0
Riodinidae	14	59	11	64	7	33	14	320	7	151	5	148
Euselasiinae	1	5	1	3	1	1	1	1	0	0	1	1
Riodininae	13	54	10	61	6	32	13	319	7	151	4	147



6. Considerações Finais

Considerações Finais

As borboletas da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul vem sendo estudadas intensamente há mais de dez anos. Ao longo dos anos, diversos inventários foram realizados tentando abranger uma ampla gama de ambientes e fisionomias deste bioma, com o intuito de conhecer as espécies ocorrentes na Floresta Atlântica *stricto* e *latu sensu*, sua diversidade e composição, bem como padrões de ocorrência e distribuição espaço-temporal. Constitui-se em uma região com alta riqueza de espécies e diversidade, onde englobando os dados totais dos inventários realizados chega-se a mais de 460 espécies de borboletas.

O Vale do rio Maquiné e a Floresta Nacional de São Francisco de Paula constituem-se em áreas especiais com alta diversidade de borboletas e fundamentais para a manutenção desta fauna. Por abranger áreas relativamente extensas e de razoável continuidade de Floresta Atlântica, composta por matas secundárias com vegetação bem desenvolvida e preservada e grande variação de altitude, a heterogeneidade de cada ambiente do Vale do rio Maquiné é muito alta. A Floresta Nacional de São Francisco de Paula e seu entorno, apesar de não ser considerado um fragmento muito grande de floresta se comparada à extensa área deste tipo vegetacional, é responsável por abrigar e manter grande variedade de borboletas, inclusive possuindo em seus campos nativos de altitude e em suas florestas espécies novas para a ciência. A manutenção de Unidades de Conservação é importantíssima e a criação de outras, essencial e urgente frente aos avanços antrópicos indiscriminados, através da substituição dos habitats nativos por monoculturas de exóticas para a exploração de madeira e pela agropecuária, além do uso frequente de agrotóxicos, atropelando e ferindo a legislação ambiental.

Os resultados gerados neste trabalho serão disponibilizados para técnicos e administradores ambientais como subsídios para futuras políticas públicas e planejamentos em conservação nas regiões estudadas. Sugere-se o aumento de áreas de preservação nas partes de terras baixas do Vale do rio Maquiné, para evitar a fragmentação e transformação dos ambientes florestados em áreas alteradas (especialmente maior controle e esclarecimento sobre as áreas de preservação permanente,

como matas ciliares), bem como áreas de preservação não só de Floresta Ombrófila Mista, mas sim abrangendo todo o mosaico campo-floresta característico dos Campos de Cima da Serra no Estado. Um fator importante a ser mencionado é que as mesmas espécies de borboletas indicadoras de ambientes merecedores de atenção especial para conservação registradas em 2001 e 2002 por Iserhard & Romanowski (2004) foram novamente encontradas ao longo deste estudo, evidenciando pelo menos a manutenção das populações dessas espécies.

Ao longo das amostragens foi possível perceber a modificação de um ambiente escolhido para a realização deste estudo, localizado no Vale do Garapiá, e que de acordo com o observado por Iserhard (2003) em sua dissertação de mestrado “...era uma transecção acompanhada ao longo de seu trajeto por cursos d’água, formando uma mata ripária bem desenvolvida e preservada... com a presença de espécies associadas à mata, sensíveis as modificações ambientais.” Com a compra desta área por particulares, em menos de dois anos esta mesma mata havia se transformado em um ambiente bastante modificado em quase sua totalidade, e ao invés de uma floresta densa e exuberante, encontra-se uma via de acesso aos moradores locais e turistas, inclusive com o trânsito de veículos. Assim, a dificuldade de selecionar áreas semelhantes e que representassem locais relativamente preservados, sem a interferência humana durante os dois anos de trabalho foi muito grande. O que foi escolhido e trabalhado foi o melhor encontrado para representar as réplicas do estudo. Levando em consideração que (i) a região de Maquiné possui apenas estradas vicinais precárias; (ii) estas, em determinadas épocas do ano, tornam-se inacessíveis devido à chuva, e (iii) que os locais mais preservados localizam-se muitas vezes nos fundos de vales, muitos dos quais o acesso não era possível com automóvel, as áreas escolhidas basearam-se nas características de vegetação pretendidas para os objetivos propostos, mas na medida do logisticamente viável e factível. Outra dificuldade foi encontrar transecções suficientemente inalteradas, homogêneas e sem a formação de mosaicos de vegetação. Já que grande parte da Floresta Atlântica foi devastada em décadas passadas, encontrar um local que seja totalmente preservado e sem a interferência humana é impraticável. A região de Floresta Atlântica de Maquiné possui cerca de 75% de sua área com

vegetação secundária, dominada por estágios de desenvolvimento da vegetação iniciais e intermediários (54,8%) e apenas 20,2% coberto por vegetação florestal em estágios sucessionais avançados (mata primária e mata secundária tardia), sendo estes locais apenas nas cristas mais altas e nas encostas dos vales, de difícil acesso por via terrestre automotiva. Desta forma, é necessário trabalhar e avaliar o que se tem da melhor forma possível, antes que não exista mais.

A sazonalidade é peculiar nas diferentes áreas de estudo, e mostra que mesmo localidades geograficamente próximas, com mesma latitude, mas com diferenças marcantes de altitude e vegetação apresentam resultados distintos de distribuição temporal das assembléias de borboletas. A fauna de borboletas mostrou-se mais rica, diversa e constante ao longo do tempo em Maquiné, enquanto a FLONA possui no outono e inverno oscilações muito maiores de temperatura, com mínimas muito baixas. A persistência das espécies de borboletas ao longo das estações é mais difícil, sugerindo-se que grande parte desta fauna deva se manter em diapausa através de seus estágios imaturos, ou devam migrar para locais mais quentes. A assincronia entre Maquiné e FLONA pode ser uma evidência disto, a riqueza e abundância em Maquiné começam a crescer no meio da primavera e atingem o pico no outono, enquanto que na FLONA este aumento inicia apenas no fim de dezembro, chega a seu pico no final do verão e a partir daí diminui. Tais períodos devem ser levados em conta para otimização do esforço amostral para o monitoramento de borboletas de regiões subtropicais onde é possível registrar a maior parte das espécies.

“Sugere-se uma continuidade das amostragens, por pelo menos mais um ano e abrangendo outras localidades dentro da região, para uma melhor avaliação dos padrões de distribuição e flutuação das populações das espécies de borboletas de Maquiné, e para aumentar a listagem de espécies. Estudos envolvendo o levantamento da composição florística de cada localidade, ou de cada tipo de vegetação; medições de variáveis ambientais são necessários para compreender a relação dos diferentes tipos de vegetação e sua influência na composição e diversidade de borboletas.” (Iserhard 2003). As sugestões acima foram pensadas, repensadas, estudadas, aceitas e o trabalho teve continuidade, resultando nesta tese, além de outras pesquisas associadas a estas áreas

no Laboratório de Ecologia de Insetos. A variedade de habitats estudados nas duas formações vegetais contempladas, a inserção de fatores ambientais nas análises ao longo de extremos altitudinais, aliadas a experiência de campo, conhecimentos prévios dos ambientes e das borboletas da região, e a inclusão de metodologias de análise inéditas para, pelo menos, a região sul do Brasil, acabam por fornecer um cenário amplo e completo sobre o conhecimento da diversidade, composição e distribuição de borboletas no Estado, em especial a Floresta Atlântica subtropical.

Hoje pode-se dizer que a fauna de borboletas desta região da Floresta Ombrófia Densa e Floresta Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul encontra-se bem conhecida, principalmente quando compara-se com o cenário de dez anos atrás, onde sequer havia um levantamento sistematizado de ocorrência de borboletas desta região no Rio Grande do Sul. Porém, ressalta-se que esta parcela de Floresta Atlântica estudada, infelizmente, ainda é pequena frente à dimensão desta formação vegetal e a aceleração do processo de degradação ambiental. Ainda existem muitos outros municípios e localidades deste bioma que esperam para ter suas faunas conhecidas antes que suas áreas naturais sejam destruídas. É árdua a tarefa de inventariar e conhecer a fauna de nossos ambientes nativos em um país megadiverso face a ganância do ser humano. Certamente muitas outras espécies de borboletas ainda esperam por ser registradas e estudadas, há muito ainda por ser feito, mas o alicerce foi formado e atualmente os estudos sobre a diversidade das borboletas da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul possuem uma base mais sólida, apenas esperando novos aventureiros para continuarem construindo esta bela história.

Conclusões Principais

De acordo com as hipóteses propostas na introdução deste trabalho (seção 1.6, página 18), são apresentadas as conclusões principais desta tese:

- As listagens de espécies apontam para mais de 400 espécies de borboletas na Floresta Ombrófila Densa do Rio Grande Sul, e pelo menos 277 para a Floresta Ombrófila Mista, sendo que 50% dessas espécies são novas ocorrências para a região dos Campos de Cima da Serra. Além

disso, foram encontrados 45 novos registros para o Estado, evidenciando a riqueza destas formações vegetais.

- Houve diferença entre os extremos altitudinais das duas fisionomias de Floresta Atlântica, a sazonalidade é dependente da localidade e influencia a riqueza e abundância de borboletas. A severidade climática, principalmente o inverno da FLONA é um fator preponderante na persistência de espécies de borboletas.

- A ação antrópica e os diferentes estágios de sucessão da vegetação modificam a diversidade e composição de espécies de borboletas na Floresta Ombrófila Densa e Mista.

- Entre os fatores ambientais avaliados, temperatura e altitude são fundamentais para a riqueza e abundância de borboletas, respondendo significativamente as análises. Em compensação, umidade, pressão atmosférica e velocidade do vento (pelo menos nas amplitudes registradas) não influenciam esta fauna.

- Foi encontrada maior riqueza e diversidade em ambientes mais perturbados (neste caso, ambientes abertos) em ambas as localidades. Por outro lado, não foi evidenciada maior dominância nestes ambientes. A substituição de espécies de ambientes de mata por àquelas de áreas abertas e modificadas ocorreu, apesar de não terem sido encontradas muitas espécies de borboletas totalmente associadas a condições mais específicas de interior de florestas.

- Sugere-se como períodos adequados para amostragem de borboletas a concentração do esforço entre dezembro e abril.

- Indica-se Nymphalidae como descritora geral da riqueza de borboletas, pela facilidade de amostragem com diferentes técnicas e métodos de coleta, por ocorrer ao longo de todo o ano, por possuir alta riqueza e abundância, ocupar vários tipos de habitats, além de possuir diversos hábitos de vida (generalistas e especialistas).



7. Apêndices



Instruções aos Autores

Os trabalhos submetidos à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser enviados **exclusivamente** através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://biota.submitcentral.com.br/login.php>

Manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados a assessores científicos selecionados pela **Comissão Editorial**. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. A aceitação dos trabalhos depende da decisão da **Comissão Editorial**. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo e indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), 2 do exterior no caso de trabalhos em inglês, com as respectivas instituições e e-mail. No caso de manuscritos em inglês, indicar pelo menos 2 revisores estrangeiros, de preferência de países de língua inglesa. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela **Comissão Editorial**, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem como da impressão e envio das cópias impressas às bibliotecas de referência. Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa.

Ao submeter o manuscrito: a) defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo; b) indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), com as respectivas instituições e e-mail; c) manifeste por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa, caso seu trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica.

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem estar, obrigatoriamente, seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.**

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Antes de serem publicados, todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela **Comissão Editorial**. Para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice, quando julgarem apropriado. O PDF do trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização de imagens dos

trabalhos publicados para a composição gráfica do site.

Editorial

Para cada volume da BIOTA NEOTROPICA, o Editor Chefe convidará um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade. O Editorial, com no máximo 3000 palavras, deverá ser escrito em português ou espanhol e em inglês. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Pontos de Vista

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da [Comissão Editorial](#), a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências) e as tabelas, com os respectivos títulos em português e inglês; um segundo arquivo DOC contendo as figuras e as respectivas legendas em português e inglês. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado. Após o aceite definitivo do manuscrito o(s) autor(es) deverá(ão) subdividir o trabalho em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos, devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar acentos, hífens, espaços ou qualquer caractere extra. Nesta submissão final, as figuras deverão ser apresentadas em alta resolução. Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

Documento principal

Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

Título conciso e informativo

Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas);
Título resumido

Autores

Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail

Resumos/Abstract - com no máximo, 350 palavras

- Título em inglês e em português ou espanhol
- Resumo em inglês (Abstract)
- Palavras-chave em inglês (Key words) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título
- Resumo em português ou espanhol
- Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

Corpo do Trabalho

1. Seções

- Introdução (Introduction)
- Material e Métodos (Material and Methods)
- Resultados (Results)
- Discussão (Discussion)
- Agradecimentos (Acknowledgments)
- Referências bibliográficas (References)
- Tabelas

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

2. Casos especiais

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho. Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (Ex. 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. **Introdução, Material e Métodos etc.**). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

4. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)
Silva (1960, 1973)
Silva (1960a, b)
Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)
Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)
(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

5. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

6. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = p.r^2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

7. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figura 1, Tabela 1, Figure 1, Table 1)

8. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. The chemotaxonomy of plants. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In Flora Brasiliensis (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In Simpósio sobre mata ciliar (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. Biota Neotrop. 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003> (último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

9 - Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

10 - Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Na submissão inicial do trabalho, as imagens devem ser enviadas na menor resolução possível, para facilitar o envio eletrônico do trabalho para assessoria "ad hoc".

Na submissão inicial, todas as figuras deverão ser inseridas em um arquivo único, tipo ZIP, de no máximo 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados. Para avaliação da editoria e assessores, o

tamanho dos arquivos de imagens deve ser de 10 x 15 cm com 72 dpi de definição (isso resulta em arquivos JPG da ordem de 60 a 100 Kbytes). O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 cm entre a largura e altura.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

Quando do aceite final do manuscrito, as figuras deverão ser apresentadas com alta resolução e em arquivos separados. Cada arquivo deve ser denominado como figura N.EXT, onde N é o número da figura e EXT é a extensão, de acordo com o formato da figura, ou seja, jpg para imagens em JPEG, gif para imagens em formato gif, tif para imagens em formato TIFF, bmp para imagens em formato BMP. Assim, o arquivo contendo a figura 1, cujo formato é tif, deve se chamar figura1.tif. Uma prancha composta por várias figuras a, b, c, d é considerada uma figura. Aconselha-se o uso de formatos JPEG e TIFF para fotografias e GIF ou BMP para gráficos. Outros formatos de imagens poderão também ser aceitos, sob consulta prévia. Para desenhos e gráficos os detalhes da resolução serão definidos pela equipe de produção do PDF em contacto com os autores.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc. inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

Nos trabalhos em português ou espanhol todas as legendas das figuras devem ser bilíngües, obrigatoriamente, em português/espanhol e em inglês. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português.

Diversity and Distributions has five main categories of articles:

1. Biodiversions. These are editorial items solicited directly by the Editor. Unsolicited material will not normally be considered. If you have an idea for such a contribution (up to 2000 words), please contact the Editor, who will provide you with the necessary guidance for submission.

2. Biodiversity Viewpoints. This section contains short essays (usually up to 3000 words) considering biodiversity from a particular disciplinary, regional, political, or other standpoint. If you would like to contribute such an essay, please contact the Editor outlining the distinctive character of your proposed essay, its length, the number of references, and the character of any illustrations to be used.

3. Biodiversity Research and Reviews This is the core section of the journal and presents research or review articles up to 5000 words in length, but preferably shorter. Tables should not be overlong and complicated. The Editor reserves the right to publish long tables and appendices on the journal's website, rather than in the printed version. Such a decision will only be taken after consultation with the author. A short running title should be provided. The manuscript must include an abstract of no more than 300 words structured under the headings: Aim, Location, Methods, Results, Main conclusions, and ending with a list of up to six Keywords or phrases, arranged in alphabetical order. Three different weights of headings are available: authors should indicate the relative importance of a heading by the use of ringed capital letters. i.e. (A) for main headings; (B) for secondary headings; and, (C) for tertiary headings. The correct nomenclatural authorities for all taxa must be given on the first appearance in the text, in Tables, and in the captions to Figures, unless a general reference to a standard source is provided at an appropriate place in the manuscript.

4. Biodiversity Letters. This section presents short items (normally less than 1000 words) of general news interest with respect to biodiversity, conferences or events, computer hardware and software developments, films and videos, the law, and political debates. Brief letters to the editor are also most welcome. Lively titles are encouraged, and material should be as topical as possible. Longer letters (up to 2500 words in total) prompted by papers previously published in this or occasionally other journals are also encouraged. Such longer communications should include a one-paragraph abstract (150 word maximum), and a list of 6-10 keywords.

Manuscript preparation and submission

Diversity and Distributions requires online submission of manuscripts at <http://mc.manuscriptcentral.com/ddi>. Submission online is an intuitive, step-by-step process. By submitting online, you will benefit from quicker peer-review, web-based manuscript tracking, online reviewing and faster response. You will need your manuscript and figures in a digital format. When submitting, authors should upload a single file that contains all text (including a short running title, references, tables, figure captions and appendices) and figures, which should be embedded into the document. A PDF file will then automatically be created for reviewing purposes. Full instructions and support for authors can be found at the Site. To use the Site you will need a user ID and password. Go to the Journal's submission homepage (<http://mc.manuscriptcentral.com/ddi>) and click 'Create a new account' if you have not registered before, or click 'Check for existing account' if you have submitted online or reviewed online before for the Journal (or if you have forgotten your details). If you at any time experience difficulty with your online submission, please contact the Editorial Assistant at ddi@sun.ac.za.

Contributing authors are requested to submit, at the time of submission of their manuscripts, a list of at least five persons that they consider well qualified to review the submitted work (e-mail addresses should be included). The list should NOT include any current or recent collaborators in work that is closely related to the topic of the submitted paper, or any persons within the same organization as any of the authors of the submitted work.

Pages and lines should be numbered to aid cross-referencing (in MSWord, go to "Page Setup" then "Layout"; select "Line numbers"; click on "Add line numbers" and select "continuous").

Only papers written in English will be accepted. The journal cannot provide detailed editing of manuscripts to correct English. Where necessary, authors should have their manuscripts checked by a native English speaker before submitting their work.

Abbreviations and units. SI units (metre, kilogram, etc.) are essential. Statistics and measurements should be given in figures, i.e. 10†mm, except where the number begins the paragraph. When the number does not refer to a unit of measurement, it is spelt out, except where the number is greater than 10. A list of preferred abbreviations and naming conventions is available [here](#).

Tables

Tables must be positioned on separate sheets and numbered consecutively (Table 1, Table 2, etc.). Column headings should be brief: with units of measurement in parentheses. Tables should be typed as text, using 'tabs' (not spaces) to align columns. The use of table editors should be avoided. Do not use graphics software to create tables.

Methods

Please ensure that this section is entitled 'METHODS', and not 'MATERIALS AND METHODS'.

Figures, Illustrations and Maps

All illustrations (including photographs) are classified as figures and should be numbered consecutively (Fig. 1, Fig. 2, etc.). When submitting a manuscript to Manuscript Central, authors should upload a single text file with embedded figures. **Upon your manuscript being accepted for publication, please supply separate**

files containing electronic versions of your figures (see File Formats, below). Please note that your paper will go through production more quickly if instructions on content and format are followed carefully. Each figure must have a legend that makes the material completely understandable. Legends should be presented separately from the figures, in a list at the end of the manuscript. Label multi-panel figures (a), (b), (c), etc., preferably in the upper left corner, and refer to them in the text as, for example, Fig. 1(a). Please ensure that electronic artwork is prepared such that, after reduction to fit across one or two columns or two-thirds width (80 mm, 169 mm or 110 mm, respectively) as required, all lettering and symbols will be clear and easy to read, i.e. no labels should be too large or too small. Avoid using tints if possible; if they are essential to the understanding of the figure, try to make them coarse. Maps that display area data and organism distribution at a continental, hemispheric, or world scale must always use an equal-area map projection (e.g. Mollweide or Aitoff's). Note especially that Mercator's projection is not acceptable for such data. Please indicate the precise projection employed in the caption. On these maps, the equatorial scale should be indicated, while scale information should be provided, preferably as a scale bar within the figure, for all maps of whatever size and area. **File Formats:** After acceptance of your manuscript for publication, figure files should be supplied as follows. **Photographic figures** should be saved in tif format at 300 d.p.i. (or failing that in jpg format with low compression). **Line figures** should be saved as vector graphics (i.e. composed of lines, curves, points and fonts; not pixels) in eps or pdf format, or embedded as such in Word, as this enhances their display when published online. **Combination figures** (those composed of vector and pixel/raster elements) should also be saved in eps or pdf format where possible (or embedded as such in Word). If line figures and combination figures cannot be saved in vector graphics format, they should be saved in tif format at high resolution (i.e. 600 d.p.i.) (do not save them in jpg format). If you are unsure about the resolution of your tif files, please zoom in and check that fonts, curves and diagonal lines are smooth-edged and do not appear blocky when viewed at high magnification. **Note that line and combination figures supplied in tif format are downsampled for online publication and so authors should preferentially opt for vector graphic formats for these figure types** (full resolution tif files are used for print publication).

If there is **colour artwork** in your manuscript when it is accepted for publication, Wiley-Blackwell require you to complete and return a [Colourwork Agreement Form](#) before your paper can be published. Once completed, please return the form to the Production Editor at the address below:

Production Editor
Diversity and Distributions
Wiley-Blackwell
600 North Bridge Road #05-01
Parkview Square
Singapore 188778.
Fax: +65 6295 6202
E-mail: ddi@wiley.com

Any article received by Wiley-Blackwell with colour work will not be published until the form has been returned. Under exceptional circumstances, authors may request the above charges to be waived. This must be done, in writing, at the time of submission of the manuscript, and authors must justify to the Editor that inclusion of the figure(s) in colour is essential for interpretation of the results presented. If authors wish to apply for funds to cover the costs of colour printing, the Editor will provide relevant support letters to funding bodies, indicating acceptance of the paper. Note that we offer a free Colour on the Web option whereby authors can have figures printed in black and white in the journal but in colour in the online version, free of charge.

Appendices and Supporting Information Appendices may be provided for important primary data, which needs to be included in the paper. If, however, these data are very extensive, or if they are of only indirect relevance to the paper, they will normally be made available in an electronic form through the Journal's web pages. Mention of the first supporting appendix, table or figure ,etc., in the text should be in the form 'see Appendix S1 in Supporting Information' [where 'S' indicates Supporting], subsequent mention should be in the form 'see Appendix S2'. Authors should then include a Supporting Information section after the References section, which should be in the following form (text in curly brackets is for completion by the author, see instructions below):

Supporting Information

Additional Supporting Information may be found in the online version of this article:

Appendix	S1	{Insert	short	legend	to	online	Appendix	S1 }
Figure	S1	{Insert	short	legend	to	online	Figure	S1 }
Table	S1	{Insert	short	legend	to	online	Table	S1 }

As a service to our authors and readers, this journal provides supporting information supplied by the authors. Such materials are peer-reviewed and may be re-organized for online delivery, but are not copy-edited or typeset. Technical support issues arising from supporting information (other than missing files) should be addressed to the authors.

For reasons of space, only **short titles** to Supporting Information should be given in this section; full titles (if different) can be given with the Supporting Information itself; full titles can include a fuller description of content, definition of abbreviations, etc. Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references).** Supporting Information can be provided as separate files or as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. Files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted. Further information on Supporting Information is available [here](#).

At proof correction stage authors will be given access to their Supporting Information (via the web) and should check it for accuracy and updates. If changes are required corrected versions of the files received with the proof must be emailed to the Production Editor, with a brief description of the changes made. Supporting Information **must be checked alongside the main proof** and corrections for both returned to the Production Editor at the same time.

References. We recommend the use of a tool such as [EndNote](#) or [Reference Manager](#) for reference management and formatting. EndNote reference styles can be searched for here: <http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>; Reference Manager reference styles can be searched for here: <http://www.refman.com/support/rmstyles.asp>. References should be made by giving the author's name with the year of publication in parentheses. When reference is made to a work by three authors or more, only the first name and et al. should be given in the citation. All authors' names should be listed in the reference itself. If several papers by the same author and from the same year are cited, a, b, c, etc., should be inserted after the year of publication. References must be listed in alphabetical order at the end of the paper in the following standard form:

Cox, C. B. & Moore, P. D. (1999) *Biogeography: an ecological and evolutionary approach*, 6th edn. Blackwell Science Ltd, Oxford.

May, R.M. (1994) The effects of spatial scale on ecological questions and answers. *Large-scale ecology and conservation biology* (ed. by P.J. Edwards, R.M. May and N.R. Webb), pp. 1-17. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Prentice, I.C., Guiot, J., Huntley, B., Jolly, D. & Cheddadi, R. (1996) Reconstructing biomes from palaeoecological data: a general method and its application to European pollen data at 0 and 6 ka. *Climate Dynamics*, **12**, 185-194.

Please note that titles of journals should be written in full. Unpublished data, works in preparation and papers submitted but not yet accepted may be cited in the text, giving the author's initials and surname, but should *not* be included in the reference list.

Copyright Transfer Agreement. Authors will be required to sign an Copyright Transfer Agreement (CTA) for all papers accepted for publication. Signature of the CTA is a condition of publication and papers will not be passed to the publisher for production unless a signed form has been received. Please note that signature of the CTA does not affect ownership of copyright in the material. (Government employees need to complete the Author Warranty sections, although copyright in such cases does not need to be assigned). After submission authors will retain the right to publish their paper in various medium/circumstances (please see the form for further details). To assist authors an appropriate form will be supplied by the editorial office. Alternatively, authors may like to download a copy of the form www.wiley.com/go/ctaaglobal. The form should be returned by post, fax or e-mail attachment to: Production Editor, Diversity and Distributions, Wiley-Blackwell, 600 North Bridge Road #05-01, Parkview Square, Singapore 188778. Fax: +65 6295 6202. E-mail: ddi@wiley.com

Online Open. OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley InterScience, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see http://www3.interscience.wiley.com/authorresources/onlineopen.html#OnlineOpen_Terms.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at: http://www.blackwellpublishing.com/pdf/DDI_OOF.pdf (Please note this form is for use with OnlineOpen material ONLY.)

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

Proofs. The corresponding author will receive an email alert to download an PDF file of the proof. Acrobat Reader will be required in order to read this file. This software can be downloaded (free of charge) from the following Web site:

<http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>

This will enable the file to be opened, read on screen, and printed out in order for any corrections to be added. Further instructions will be sent with the proof. Proofs will be posted if no e-mail address is available. **The proofs should be returned to the Production Editor within two weeks of receipt.** Major alterations to the text and illustrations are only accepted when absolutely necessary; the additional costs may be charged to the author.

Offprints. The corresponding author will receive a PDF offprint upon publication of the manuscript. This replaces any free paper copies. Additional paper copies may be purchased and should be ordered when proofs are returned. Offprints are normally sent out about 3 weeks after publication.

Policy on the use of RAPD markers. The appropriateness of RAPD markers for population genetic inference is increasingly questioned by our reviewers and editors because of concerns about reproducibility, dominance, and homology. Given these worries, and the ready availability of other kinds of markers that do not suffer from all of these problems, studies based primarily on RAPDs only rarely pass the scrutiny of peer review in Diversity and Distributions. Of course, there may be situations in which RAPDs are appropriate, such as in genetic mapping studies or in searches for diagnostic markers for a given species or trait. These latter kinds of studies will continue to be reviewed by the journal.

Policy on molecular sequences. It is a condition of publication that papers using new molecular sequences must place the sequences in an appropriate database (e.g. GenBank). Relevant accession numbers should be provided in the final manuscript. Accession numbers are required for all sequences used in analyses, including existing sequences in databases.

NEW: Online production tracking is now available for your article through **Wiley-Blackwell's Author Services**.

Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated e-mails at key stages of production. The author will receive an e-mail with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete e-mail address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Biodiversity and Conservation

Online Manuscript Submission

Springer now offers authors, editors and reviewers of Biodiversity & Conservation the option of using our fully web-enabled online manuscript submission and review system. To keep the review time as short as possible (no postal delays!), we encourage authors to submit manuscripts online to the journal's editorial office. Our online manuscript submission and review system offers authors the option to track the progress of the review process of manuscripts in real time. Manuscripts should be submitted to: <http://bioc.edmgr.com>

The online manuscript submission and review system for Biodiversity & Conservation offers easy and straightforward log-in and submission procedures. This system supports a wide range of submission file formats: for manuscripts - Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX; for figures - TIFF, GIF, JPEG, EPS, PPT, and Postscript.

NOTE: By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also in printout + disk.

In case you encounter any difficulties while submitting your manuscript on line, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on "CONTACT US" from the tool bar.

The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes. These types of articles should be submitted to the Journals Editorial Office in the usual way, but authors should clearly indicate that they are Editorials, Comments or Research notes.

Electronic figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times Roman, Courier and Helvetica.

Colour figures

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on www.springer.com and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour. The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

www.springer.com/authors/jrnstylefiles

Manuscript Presentation

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Leave adequate margins on all sides to allow reviewers' remarks. Please double-space all material, including notes and references. Quotations of more than 40 words should be set off clearly, either by indenting the left-hand margin or by using a smaller typeface. Use double quotation marks for direct quotations and single quotation marks for quotations within quotations and for words or phrases used in a special sense.

Number the pages consecutively with the first page containing:

running head (shortened title)

- title
- author(s)
- affiliation(s)
- full address for correspondence, including telephone and fax number and e-mail address
-

Abstract

Please provide a short abstract of 100 to 250 words. The abstract should not contain any undefined

- abbreviations or unspecified references.

Key words

Please provide 5 to 10 key words or short phrases in alphabetical order.

-

Abbreviations

Abbreviations and their explanations should be collected in a list.

-

Symbols and units

Please use the recommended SI units.

-

Nomenclature

The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used.

- Descriptions of new taxa should not be submitted unless a specimen has been deposited in a recognized collection and it is designated as a type strain in the paper. Biodiversity and Conservation uses the same conventions for the genetics nomenclature of bacteria, viruses, transposable elements, plasmids and restriction enzymes as the American Society for Microbiology journals.

Figures

All photographs, graphs and diagrams should be referred to as a 'Figure' and they should be numbered consecutively (1, 2, etc.). Multi-part figures ought to be labelled with lower case letters (a, b, etc.). Please insert keys and scale bars directly in the figures. Relatively small text and great variation in text sizes within figures should be avoided as figures are often reduced in size. Figures may be sized to fit approximately within the column(s) of the journal. Provide a detailed legend (without abbreviations) to each figure, refer to the figure in the text and note its approximate location in the margin. Please place the legends in the manuscript after the references.

Tables

Each table should be numbered consecutively (1, 2, etc.). In tables, footnotes are preferable to long explanatory material in either the heading or body of the table. Such explanatory footnotes, identified by superscript letters, should be placed immediately below the table. Please provide a caption (without

abbreviations) to each table, refer to the table in the text and note its approximate location in the margin. Finally, please place the tables after the figure legends in the manuscript.

Section headings

First-, second-, third-, and fourth-order headings should be clearly distinguishable but not numbered.

Appendices

Supplementary material should be collected in an Appendix and placed before the Notes and Reference sections.

Notes

Please use endnotes rather than footnotes. Notes should be indicated by consecutive superscript numbers in the text and listed at the end of the article before the References. A source reference note should be indicated by means of an asterisk after the title. This note should be placed at the bottom of the first page.

Cross-referencing

In the text, a reference identified by means of an author's name should be followed by the date of the reference in parentheses and page number(s) where appropriate. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by 'et al'. In the event that an author cited has had two or more works published during the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish the works.

Examples:

- Winograd (1986, p. 204)
- (Winograd 1986a, b)
- (Winograd 1986; Flores et al. 1988)
- (Bullen and Bennett 1990)

Acknowledgements

Acknowledgements of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the References.

References

1. Journal article:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 965:325–329

2. Inclusion of issue number (optional):

Saunders DS (1976) The biological clock of insects. *Sci Am* 234(2):114–121

3. Journal issue with issue editor:

Smith J (ed) (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

4. Journal issue with no issue editor:

Mod Genomics J (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

5. Book chapter:

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York

6. Book, authored:

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics*. Blackwell, London

7. Book, edited:

Smith J, Brown B (eds) (2001) *The demise of modern genomics*. Blackwell, London

8. Chapter in a book in a series without volume titles:

Schmidt H (1989) Testing results. In: Hutzinger O (ed) *Handbook of environmental chemistry*, vol 2E. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 111

9. Chapter in a book in a series with volume title:

Smith SE (1976) Neuromuscular blocking drugs in man. In: Zaimis E (ed) *Neuromuscular junction*. *Handbook of experimental pharmacology*, vol 42. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp593–660

10. Proceedings as a book (in a series and subseries):

Zowghi D et al (1996) A framework for reasoning about requirements in evolution. In: Foo N, Goebel R (eds) *PRICAI'96: topics in artificial intelligence*. 4th Pacific Rim conference on artificial intelligence, Cairns, August 1996. *Lecture notes in computer science (Lecture notes in artificial intelligence)*, vol 1114. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 157

11. Proceedings with an editor (without a publisher):

Aaron M (1999) The future of genomics. In: Williams H (ed) *Proceedings of the genomic researchers*, Boston, 1999

12. Proceedings without an editor (without a publisher):

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. In: *Abstracts of the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms*, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

13. Paper presented at a conference:

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. Paper presented at the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

14. Patent:

Name and date of patent are optional

Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998

15. Dissertation:

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

16. Institutional author (book):

International Anatomical Nomenclature Committee (1966) *Nomina anatomica*. Excerpta Medica, Amsterdam

17. Non-English publication cited in an English publication:

Wolf GH, Lehman P-F (1976) *Atlas der Anatomie*, vol 4/3, 4th edn. Fischer, Berlin. [NB: Use the language of the primary document, not that of the reference for "vol" etc.!]

18. Non-Latin alphabet publication:

The English translation is optional.

Marikhin VY, Myasnikova LP (1977) *Nadmolekulyarnaya struktura polimerov (The supramolecular structure of polymers)*. Khimiya, Leningrad

19. Published and In press articles with or without DOI:

19.1 In press

Wilson M et al (2006) References. In: Wilson M (ed) *Style manual*. Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)

19.2. Article by DOI (with page numbers)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med* 78:74–80. DOI 10.1007/s001090000086

19.3. Article by DOI (before issue publication with page numbers)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med* (in press). DOI 10.1007/s001090000086

19.4. Article in electronic journal by DOI (no paginated version)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Dig J Mol Med*. DOI 10.1007/s801090000086

20. Internet publication/Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Cited 15 Jan 1999

20.1. Online database

Healthwise Knowledgebase (1998) *US Pharmacopeia*, Rockville. <http://www.healthwise.org>. Cited 21 Sept 1998

Supplementary material/private homepage

Doe J (2000) Title of supplementary material. <http://www.privatehomepage.com>. Cited 22 Feb 2000

University site

Doe J (1999) Title of preprint. <http://www.uni-heidelberg.de/mydata.html>. Cited 25 Dec 1999

FTP site

Doe J (1999) Trivial HTTP, RFC2169. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2169.txt>. Cited 12 Nov 1999

Organization site

ISSN International Centre (1999) *Global ISSN database*. <http://www.issn.org>. Cited 20 Feb 2000

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author. One corrected proof, together with the original, edited manuscript, should be returned to the Publisher within three days of receipt by mail (airmail overseas).

Offprints

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered by means of an offprint order form supplied with the proofs.

Page charges and colour figures

No page charges are levied on authors or their institutions. Colour figures are published at the author's expense only.

Copyright

Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright of the article to the Publisher. This will ensure the widest possible dissemination of information under copyright laws.

Permissions

It is the responsibility of the author to obtain written permission for a quotation from unpublished material, or for all quotations in excess of 250 words in one extract or 500 words in total from any work still in copyright, and for the reprinting of figures, tables or poems from unpublished or copyrighted material.

Springer Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.