

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE
ANIMAL**

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) DO CENTRO OESTE DO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

TESE DE DOUTORADO

Ana Luiza Gomes Paz

**Santa Maria
2013**

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) DO CENTRO OESTE DO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

Ana Luiza Gomes Paz

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, Área de Concentração em Bioecologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade Animal

Orientadora: Prof. Dra. Ana Beatriz Barros de Moraes

Co-orientadora: Prof. Dra. Helena Piccoli Romanowski

**Santa Maria
2013**

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Naturais e Exatas
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal**

**A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova a Tese de
Doutorado**

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) DO CENTRO OESTE DO RIO GRANDE DO
SUL, BRASIL**

elaborada por
Ana Luiza Gomes Paz

como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutor em Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade Animal

COMISSÃO EXAMINADORA

Ana Beatriz Barros de Moraes, Dra.
(Presidente/Orientador)

Danilo Bandini Ribeiros, Dr. (UNICAMP)

Luiza Rodrigues Redaelli, Dra. (UFRGS)

Márcia Regina Spies, Dra. (UNIPAMPA)

Rosana Matos de Moraes, Dra. (FEPAGRO)

Santa Maria, 28 de março de 2013.

**Ao meu filho, Heitor
e aos meus pais, Luiz e Ismênia,
pelo amor, carinho, apoio e compreensão.**

AGRADECIMENTOS

À professora Ana Beatriz Barros de Moraes pela orientação, confiança e extrema paciência. Muito obrigada pelas conversas, compreensão, estímulo, e principalmente pela amizade, me transmitindo segurança e fazendo com que eu acreditasse que o trabalho seria possível, mesmo durante os momentos mais difíceis. Obrigada por me apresentar as borboletas em 1999, e por todo o aprendizado e oportunidades posteriores.

À professora Helena Piccoli Romanowski, a quem eu admiro muito, pela co-orientação, confiança, estímulo e amizade. A sua colaboração foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas, que mesmo de longe, contribuíram de algum modo para a minha formação: meu grande amigo Cristiano Agra Iserhard e a querida Maria Ostília de Oliveira Marchiori, com os quais aprendi muito sobre as borboletas e que são exemplos de dedicação e determinação. Aos amigos Jessie Pereira dos Santos e Juliane Maria Bellaver, pela identificação de espécies de borboletas frugívoras, discussões e sugestões. Às minhas amigas do coração, Fabiana de Camargo e Melissa Oliveira Teixeira, pelo apoio e incentivo de sempre, em especial, pela ajuda em campo (Fabi) e contribuições constantes ao longo do trabalho (Mel).

Aos meus queridos colegas Márcia Regina Spies e Tiago Gomes dos Santos pela disponibilidade, ajuda crucial com as análises estatísticas e pela compreensão e amizade.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia de Insetos da UFSM, Taíse Colpo Ribeiro, Ana Paula Carvalho, Geisa Piovesan e Ricardo Spaniol pela ajuda indispensável ao longo do trabalho, em campo, no laboratório ou com discussões e sugestões sobre borboletas ou análises estatísticas, e a Renata Lemes, pela ajuda no campo.

Ao Dr. André Victor Lucci Freitas pela amizade, incentivo e também pela identificação de algumas borboletas.

À Dra. Mirna Casagrande e MSc. Noemy Seraphim pela identificação de espécies.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal (PPGBA) pela oportunidade e condições de trabalho e estudo.

A professora Sonia T. Z. Cechin, coordenadora do PPGBA, pelo estímulo e confiança.

Aos professores e colegas do PPGBA pelo aprendizado e convivência e aos secretários, Paulo M. da Rosa e Sidnei Cruz, pela disponibilidade e atenção.

Às Dras. Viviane G. Ferro, Rosvita Schreiner, Márcia R. Spies, Carla B. Kotzian e ao Dr. Nilton C. Cáceres pela valiosa participação e contribuição no exame de Qualificação.

A CAPES pela bolsa concedida durante o primeiro ano do estudo e ao CNPq (edital SISBIOTA, RedeLep - Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros), pelo financiamento de parte do trabalho.

Ao Instituto Federal Farroupilha (IFF), Campus São Vicente do Sul (SVS), em especial à equipe da Diretoria de Ensino, por propiciar condições que permitiram o desenvolvimento deste trabalho paralelamente às minhas atividades docentes.

Ao Instituto Federal Farroupilha, Campus Jaguari (JGR), pela permissão do acesso e apoio logístico, em especial, ao Sr. Vilmar Anibale Guerra pela hospitalidade e Diogo Perlin, pelo fornecimento de caldo-de-cana.

Aos proprietários das áreas de estudo, em Jaguari, IFF-JGR, família Sonza (Vinícola Don Virgílio) e Sr. Juarez Gavioli, em São Francisco de Assis, Srs. Cláudio Aguiar, Luiz Alberto Oliveira Ribeiro e Paulo Ferrando, e em São Vicente do Sul, Srs. José Pedro Ziquinatti, Nelson Lima e Roberto Leitão, pela permissão de acesso e hospitalidade.

Aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFF-SVS e demais voluntários, Cristiano Guimarães, Fábio Oliveira dos Santos, Maine Bastos Turchetti, Piero Cassol, Rubicésar Ferret Dalosto e Willian Franco, entre outros, pelo apoio e ajuda em campo. Em especial, a Lauren Rumpel Teixeira e aos meus compadres, Daiane Valente Valente e Geizon Oliveira da Silveira, pela amizade conquistada e sem os quais seria impossível a concretização deste trabalho. Daiane e Gê, obrigada pela companhia, pelas jantas, sessões de terapia e discussões em geral, sem vocês eu não teria conseguido e nada teria graça!

A amiga e colega Simone Franzin, que acompanhou de perto a minha jornada “tripla” durante esses anos e ouviu meus desabafos, obrigada pelo carinho.

Aos meus pais, Luiz e Ismênia pelo incentivo e amor incondicional. Ambos se envolveram e participaram ativamente de todas as etapas do trabalho, em campo, em casa ou de longe, sempre se fizeram presentes.

Aos meus irmãos e irmã, cunhadas e sobrinhos por torcerem e sempre acreditarem em mim.

Ao Pedro Aires Cecconi Deon, uma pessoa iluminada que conheci na reta final deste trabalho, mas que foi peça fundamental nos momentos difíceis de conclusão. Meu amor, obrigada pela dedicação, compreensão, confiança, carinho e infinita paciência. A tua companhia tornou meus dias mais felizes.

A todos os familiares (meus e do Pedro), amigos, colegas e alunos que contribuíram de alguma forma, com palavras ou atitudes de apoio e confiança.

Especialmente, ao meu filho, Heitor, que me acompanhou desde o trabalho de campo e no exame de Qualificação (dias antes do seu do seu nascimento) e conviveu com a minha ausência em muitos instantes nos últimos meses. Obrigada pelo sorriso mais lindo e pelo melhor abraço do mundo, que me mantiveram firme diante das angústias e dificuldades enfrentadas. Eu espero compensá-lo daqui para frente. Obrigada por ter dado sentido à minha vida e por torná-la muito melhor.

Finalmente, agradeço a Deus, por todas as graças anteriores...

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) DO CENTRO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTORA: ANA LUIZA GOMES PAZ

ORIENTADORA: ANA BEATRIZ BARROS DE MORAIS

CO-ORIENTADORA: HELENA PICCOLI ROMANOWSKI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 28 de março de 2013.

A fragmentação e a perda de habitat ocasionados pelas atividades antrópicas são as principais ameaças à diversidade biológica. No Rio Grande do Sul (RS), principalmente no bioma Pampa ao sul do estado, a crescente demanda de produção e consequente expansão das atividades de agricultura, pecuária e silvicultura e a carência de proteção, acrescem sua vulnerabilidade. As borboletas frugívoras perfazem cerca de 50 % das espécies de Nymphalidae em florestas neotropicais. Elas são atraídas e amostradas com armadilhas com iscas e consistem em boas ferramentas para monitoramento ambiental. Adicionalmente, estudos temporais desta guilda podem auxiliar no planejamento de trabalhos em regiões ainda não inventariadas. Este trabalho tem por objetivo fornecer uma lista de espécies de borboletas frugívoras do centro oeste do RS e analisar a variação temporal na riqueza, abundância e composição de espécies. Em paralelo, nós atualizamos a lista regional de espécies de Satyrini, com base em estudos de campo (amostragem com rede entomológica) e na literatura e verificamos a influência das variáveis ambientais e espaciais na distribuição das espécies desta tribo no sul do Brasil. Este estudo foi realizado nos municípios de Jaguari, São Francisco de Assis e São Vicente do Sul, no bioma Pampa, sul do Brasil. As borboletas foram amostradas, com o uso de armadilhas com iscas atrativas, em nove sítios amostrais, onde também foram medidas variáveis microclimáticas, bimestralmente de janeiro de 2010 a dezembro de 2011. Nestes sítios, as borboletas da tribo Satyrini, foram amostradas com rede entomológica, de janeiro de 2010 a janeiro de 2011. No total de 2160 armadilhas/dia de amostragem, foram registrados 3288 indivíduos, pertencentes a 44 espécies e subespécies. Satyrinae foi a subfamília com maior número de espécies (57%), seguida de Biblidinae (23%), Charaxinae (18%) e Nymphalinae (2%). *Narope panniculus* Stichel 1904 é novo registro para o RS. Trinta e sete espécies e 3822 indivíduos foram usados nas análises temporais. De acordo com os resultados, não houve diferença significativa de riqueza entre as estações, mas foi registrada uma variação temporal na abundância das assembleias de borboletas frugívoras estudadas. A abundância total foi influenciada pela abundância da subfamília Satyrinae. As espécies raras tiveram um papel importante na composição desta comunidade. Temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade foram as variáveis microclimáticas que mais contribuíram na estruturação das assembleias. Para as 40 espécies de Satyrini analisadas neste estudo, as diferenças na temperatura, região fitoecológica e posição espacial provaram afetar a sua distribuição no sul do Brasil. A região centro oeste do RS abriga uma fauna rica e peculiar de borboletas frugívoras que deve ser conservada. É importante a criação de medidas de incentivo ao uso sustentável da terra, bem como de políticas públicas que visem conservação da biodiversidade, especialmente em áreas que não são legalmente protegidas, para garantir a sobrevivência das espécies e dos ambientes que as abrigam.

Palavras-chave: Biodiversidade. Conservação. Bioma Pampa.

ABSTRACT

Doctoral Thesis
Post-Graduation in Animal Biodiversity
Universidade Federal de Santa Maria

FRUIT-FEEDING BUTTERFLIES (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) FROM MIDWESTERN OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRASIL

AUTHOR: ANA LUIZA GOMES PAZ

ADVISOR: ANA BEATRIZ BARROS DE MORAIS

Fragmentation and habitat loss caused by human activities are the main threats to biodiversity. In Rio Grande do Sul State (RS), mainly in the Pampa biome in Southern State, the growing demand for production and consequent expansion of agriculture and forestry activities plus the lack of protection, increased its vulnerability. The fruit-feeding butterflies comprehend about 50% of the Nymphalidae species in neotropical forests. They are attracted and sampled with bait traps and consist of good tools for environmental monitoring. Additionally, temporal studies of this guild can help planning studies in areas not yet inventoried. This work aims to provide a list of fruit-feeding butterfly species of Midwestern of RS State and analyzed the temporal variation in richness, abundance and species composition. In parallel, we updated the regional Satyrini species list based on field studies (net sampling) and literature, and verified the influences of spatial and environmental variables on the species distribution in southern Brazil. This study was conducted at the municipalities of Jaguari, São Francisco de Assis and São Vicente do Sul, in Pampa biome, southern Brazil. Fruit-feeding butterflies were sampled bimonthly with the use of bait traps from January 2010 to December 2011, in nine sampling sites, where microclimatic variables were also measured. At these sites, the Satyrini butterflies were sampled with entomological net, from January 2010 to January 2011. After 2160 traps/days, 3288 individuals, belonging to 44 species and subspecies, were registered. Satyrinae family showed the greater number of species (57%), followed by Biblidinae (23%), Charaxinae (18%) and Nymphalinae (2%). *Narope panniculus* Stichel 1904 is new record for the RS State. Thirty seven species and 3822 individuals were used in temporal analyses. The results showed no significant seasonal pattern neither species richness differences among seasons, despite the register of temporal variation in the fruit-feeding butterflies assemblages studied. The total abundance was influenced by the subfamily Satyrinae abundance. The rare species played an important role in the composition of this community. Temperature, relative humidity and luminosity were the microclimate variables that contributed more in the assemblages structuring. For the 40 Satyrini species analyzed, differences in temperature, phytoecological region and spatial position proved to affect their distribution in southern Brazil. The Midwestern of RS State harbors a rich and peculiar fauna of fruit-feeding butterflies that should be preserved. It is important to create incentives for sustainable land use and public policies aiming biodiversity conservation to ensure the survival of species and their environments, especially in areas that are not legally protected.

Keywords: Biodiversity. Conservation. Pampa biome.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1 - Mapa da área de estudo.....38
- Figura 2 - Curvas de suficiência amostral total e para os três municípios das assembleias de borboletas frugívoras, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança (95%). JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.....38
- Figura 3 - Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança (95%).....39
- Figura 4 - Diagrama de Venn para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras exclusivas e compartilhadas, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.....39
- Figura 5 - Distribuição das frequências relativas (fr) das espécies de borboletas frugívoras amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.....40

ARTIGO 2

- Figura 1. Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras registrada ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....57
- Figura 2. Riqueza de espécies (a) e abundância (b) das subfamílias de borboletas frugívoras registradas ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro-oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....58
- Figura 3. Diagrama de Whittaker com a frequência relativa das espécies de borboletas frugívoras registrada ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....59
- Figura 4. Projeção bidimensional do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para as estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. I: 2010; II: 2011. *Stress*: 0,2.....59
- Figura 5. Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da relação das assembleias de borboletas frugívoras com os fatores ambientais, ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. a) Estações b) Espécies e variáveis ambientais. Ver: Verão; Out: Outono; Inv: Inverno; Pri: Primavera. T: Temperatura; L: Luminosidade; UR: Umidade relativa (%). Triângulos: pontos ótimos de ocorrência das espécies.....60
- Figura 6. Precipitação mensal (a) e sazonal (b) registrada nos anos de 2010 e 2011 em São Vicente do Sul, RS, Brasil. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Farroupilha, Campus São Vicente do Sul.....61

ARTIGO 3

- Figure 1 - Study area. Points indicate sites with records of Satyrini butterflies sampled using an entomological net, in Rio Grande do Sul State, Brazil. Phytoecological regions classification followed Cordeiro and Hasenack (2009).....87
- Figure 2 - Cluster analysis dendrogram (UPGMA/Jaccard) between the taxonomic composition of the Satyrini butterflies in 14 sites in southern Brazil. Cophenetic Correlation Coefficient (r) = 0.83. PEL: Pelotas; CP: Caçapava do Sul; PET: Parque Estadual do Turvo; FW: Frederico Westphalen; CG: Canguçu; MAQ: Maquiné; SFP: São Francisco de Paula; SOL: Soledade; PEE: Parque Estadual do Espinilho; JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul; SM: Santa Maria; PEI: Parque Estadual de Itapuã.....87
- Figure 3 - Cluster analysis dendrogram (UPGMA/Jaccard) between the taxonomic composition of the Satyrini butterflies in eight phytoecological regions. Cophenetic Correlation Coefficient (r) = 0.93. PF: Areas of Pioneer Formations; ST: Steppe; D: Deciduous Forest; SD: Semi Deciduous Forest; RF: Tropical Rain Forest; A: Araucaria Forest; SS: Steppe-Savannah; ET: Areas of Ecological Tension.....88
- Figure 4 - Partial canonical correspondence analysis diagram showing the relationship of Satyrini assemblages in 14 localities and three environmental variables (inflation factor > 0 and < 1). Black circles indicate sites and x indicate optimum occurrence of species. The complete nomenclatures of species and sites are in Table 1. PF: Areas of Pioneer Formations; D: Deciduous Forest; T: Annual Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$).....88

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela – 1 Lista de espécies de borboletas frugívoras amostradas com armadilhas com iscas entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, nos municípios de Jaguari (JGR), São Francisco de Assis (SFA) e São Vicente do Sul (SVS), no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. ● espécies registradas fora dos períodos regulares de amostragem; ▲ novo registro para o Rio Grande do Sul; X espécies com abundância indeterminada.....36

ARTIGO 2

Tabela 1 - Riqueza (S) e abundância (N) total das espécies de borboletas frugívoras registradas por estação do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, em nove sítios amostrais, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....55

Tabela 2 - Riqueza (S) e abundância (N) das espécies de borboletas frugívoras em cada estação do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, em nove sítios amostrais, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....55

Tabela 3 -. Comparação pareada da Análise de Similaridade (ANOSIM), utilizando o índice de similaridade Morisita, para as assembleias de borboletas frugívoras registradas ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *p*: significância do teste; NS: não-significativo.....55

Tabela 4 -. Análise de porcentagem de similaridade (SIMPER), utilizando o índice de similaridade Bray-Curtis, com os táxons de borboletas frugívoras que apresentaram as maiores contribuições para a diferenciação observada entre as estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.....55

Tabela 5 -. Amplitude das variáveis microclimáticas de Temperatura (T - °C), Vento (V – km/h), Luminosidade (L - lx) e Umidade Relativa (UR - %), ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Médias= média de todos os valores registrados ao longo de todo período amostral. Mínimas= menor valor registrado ao longo de todo período amostral; Máximas= maior valor registrado ao longo de todo período amostral.....55

ARTIGO 3

Table 1 - List of species of Satyrini butterflies registered in 14 sites in southern Brazil. In sites with more than one inventory (SM and FW), the occurrence data were pooled for analyses, as the geographical coordinates were equivalent or very close. S: Species richness; +: Species listed after Teston and Corseuil (2008); *: Species reported in only one site. P: Pampa biome; AF: Atlantic Forest biome. PF: Areas of Pioneer Formations; ST: Steppe; D: Deciduous Forest; SD: Semi Deciduous Forest; RF: Tropical Rain Forest; A: Araucaria Forest; SS: Steppe-Savannah; ET: Areas of Ecological Tension. PEL: Pelotas; CP: Caçapava do Sul; PET: Parque Estadual do Turvo; FW: Frederico Westphalen; CG: Canguçu; MAQ: Maquiné; SFP: São Francisco de Paula; SOL: Soledade; PEE: Parque Estadual do Espinilho; JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul; SM: Santa Maria; PEI: Parque Estadual de Itapuã. (For characterization of sites and source of data, see Appendix 1.).....84

Table 2 - Interset correlations of each environmental variable in the partial canonical correspondence analysis.....85

Table 3 - Partitioning of the variation of Satyrini species using spatial and environmental variables.....85

Table 4 – Appendix 1 - List of sites, characterized by biomes, phytoecological region and abiotic variables, where Satyrini butterflies were sampled with entomological net in southern Brazil. P: Pampa biome; AF: Atlantic Forest biome. * Classification according to Cordeiro and Hasenack (2009). T: Annual Average Temperature (⁰C); P: Annual Average Precipitation (mm); LAT: Latitude; LON: Longitude; ALT: Altitude (m); SE: Sampling Effort (net-hour).....89

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	14
INTRODUÇÃO.....	15
ARTIGO 1: BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE) DO CENTRO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.....	20
Resumo.....	21
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e métodos.....	24
Resultados e discussão.....	26
Conclusão.....	28
Agradecimentos.....	29
Bibliografia.....	29
ARTIGO 2: VARIAÇÃO TEMPORAL NA COMUNIDADE DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) NO SUL DO BRASIL.....	41
Resumo.....	42
Abstract.....	42
Introdução.....	43
Material e métodos.....	44
Resultados.....	45
Discussão.....	47
Agradecimentos.....	49
Referências.....	49
ARTIGO 3: DISTRIBUTION OF SATYRINI (LEPIDOPTERA, NYMPHALIDAE) IN RIO GRANDE DO SUL STATE, SOUTHERN BRAZIL.....	62
Abstract.....	63
Introduction.....	64
Material and Methods.....	65
Results.....	67
Discussion.....	69
Acknowledgments.....	72
References.....	72
CONCLUSÃO.....	90
REFERÊNCIAS.....	91

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho será apresentado na forma de artigo, conforme as normas da 8ª edição da Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses: MDT, UFSM. O formato de artigo científico foi escolhido com intuito de que as sugestões e comentários da banca examinadora forneçam subsídios para facilitar o processo de publicação. A primeira parte consiste em uma introdução geral, expondo de maneira ampla o tema abordado ao longo da Tese e a apresentação dos objetivos do trabalho. A segunda parte inclui os artigos desenvolvidos. O primeiro artigo trata da lista de espécies de borboletas frugívoras do centro oeste do Rio Grande do Sul e será submetido para publicação na SHILAP Revista de Lepidopterología. O segundo artigo trata da variação temporal da fauna de borboletas frugívoras na área de estudo e será submetido à publicação em periódico internacional (no entanto, para fins de formatação foram utilizadas as normas da Revista Biota Neotropica). O terceiro artigo abordou a distribuição de Satyrini amostrados com rede entomológica no sul do Brasil, e foi desenvolvido paralelamente à Tese, tendo sido apresentado durante o exame de Qualificação. Este último artigo foi publicado na revista Ecological Research (DOI: 10.1007/s11284-013-1035-z). O presente estudo foi financiado pela CAPES e pelo edital SISBIOTA – CNPq (RedeLep - Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros, processo 563332/2010-7).

INTRODUÇÃO

Os invertebrados terrestres e seus habitats são pouco estudados nos diferentes biomas brasileiros, com o agravante de determinados grupos serem muitas vezes omitidos por não serem conspícuos e facilmente reconhecíveis ou por não apresentarem importância econômica ou sanitária (LEWINSOHN et al., 2005; FERRO e DINIZ, 2008). Além disso, parte da diversidade de tais biomas pode ter sido perdida antes mesmo de sua documentação ou encontra-se ameaçada (SANTOS et al., 2008).

Dentre os invertebrados, as borboletas destacam-se por possuírem características ecológicas úteis como ferramenta para monitoramento ambiental e poderem ser facilmente amostradas em inventários de curto prazo (BROWN e FREITAS, 1999; BONEBRAKE et al., 2010). Em adição, as borboletas são relativamente bem conhecidas e podem contribuir para a compreensão da diversidade e conservação de insetos (DEVRIES et al., 1997) e para educação ambiental.

Inventários da fauna de borboletas podem revelar propriedades importantes das comunidades em ambientes pouco conhecidos e regiões ainda não inventariadas (BONEBRAKE e SORTO, 2009; BELLAVER et al., 2012). Nesse sentido, informações sobre riqueza, composição, endemismo e abundância das espécies podem auxiliar no estabelecimento de estratégias e prioridades de conservação (FLEISHMAN et al., 2006). Adicionalmente, listas locais e regionais de espécies de borboletas constituem a base de dados para estudos ecológicos (UEHARA-PRADO et al., 2004) e proporcionam uma avaliação geral da biodiversidade, mesmo em pequenas escalas (LEWINSOHN e PRADO, 2005), além de subsidiar decisões de manejo (BALMER, 2002). Adicionalmente, as borboletas estão envolvidas em vários processos ecológicos, e se encontram fortemente ameaçadas (e.g. fragmentação, perda de habitat e mudanças climáticas) (BONEBRAKE et al., 2010). Assim, frente à dimensão espacial do Brasil e à biodiversidade que comporta, estudos que visem o conhecimento da lepidopterofauna devem ser incentivados em qualquer localidade do país (SANTOS et al., 2008).

As espécies de borboletas diferem na ocupação espacial e temporal do habitat, bem como em suas respostas a alterações ambientais (SHREEVE e DENNIS, 2011). No contexto espacial, a localização geográfica pode influenciar na riqueza e

estrutura da lepidopterofauna (WALLA et al., 2004). Deste modo, a diversidade beta, medida através da similaridade entre comunidades (WHITTAKER, 1972), pode auxiliar na determinação de ambientes que comportam uma organização espacial adequada para incorporar uma maior riqueza de borboletas (BRIDGEWATER et al., 2004; LEGENDRE et al., 2005).

Dentre as famílias de borboletas, Nymphalidae possui a maior riqueza, com cerca de 6000 espécies (LAMAS, 2008). Esta família compreende duas guildas, caracterizadas de acordo com o hábito alimentar dos adultos: nectarívoras (visitantes de flores) e frugívoras (que se alimentam de frutas em decomposição, excrementos de animais e seiva) (DEVRIES, 1987).

A guilda de borboletas frugívoras compreende as subfamílias Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e a tribo Coeini (Nymphalinae), e perfaz entre 40 e 55% das espécies de Nymphalidae (DEVRIES e WALLA, 2001). A sua atratividade por armadilhas com iscas possibilita a amostragem simultânea, padronizada e não destrutiva e pode reduzir o número de capturas ao acaso (DEVRIES e WALLA 2001, UEHARA-PRADO et al., 2004). Além disso, algumas espécies consistem em boas ferramentas para monitoramento ambiental (FREITAS et al., 2003), sendo úteis na tomada de decisões de manejo e conservação ambiental (UEHARA-PRADO et al., 2004).

A temperatura e a variação sazonal na disponibilidade de recursos para imaturos e adultos afetam a atividade das borboletas frugívoras (RIBEIRO et al., 2010). No entanto, os padrões de distribuição temporal e espacial de recursos para estas borboletas diferem daquele das espécies nectarívoras, pois a frutificação depende da fenologia das plantas e os frutos geralmente se encontram dispostos pontualmente em altas densidades, porém amplamente dispersos espacialmente (MOLLEMAN et al., 2005). Deste modo, os padrões de abundância e distribuição espaço-temporal de borboletas frugívoras pode ter implicações importantes na comparação da diversidade e composição de assembleias entre habitats em diferentes estações do ano (HAMER et al., 2005).

A guilda de borboletas frugívoras tem sido utilizada em estudos ecológicos para avaliação de efeito de borda, estratificação de florestas e fragmentação ou perda de habitat, principalmente em áreas tropicais (DEVRIES et al., 1997, 1999;

DEVRIES e WALLA, 2001; FERMON et al., 2000; 2003, HAMER et al., 2005, UEHARA–PRADO et al., 2005; 2007, 2009; RIBEIRO et al., 2008, 2012; BOSSART e OPUNI-FRIMPONG, 2009, MARÍN et al., 2011; SAFIÁN et al., 2011).

No Brasil, também é crescente o número de publicações sobre borboletas frugívoras. Foi desenvolvido um estudo pioneiro na região central do país, que caracterizou a composição e abundância destas borboletas ao longo de um gradiente de vegetação (mata de galeria, cerrado *sensu stricto* e campo em estágio de sucessão), revelando comunidades distintas (PINHEIRO e ORTIZ, 1992). Posteriormente, na Amazônia brasileira, foi avaliada a importância de florestas primárias, secundárias e plantações (BARLOW et al., 2007), e também o efeito da exploração madeireira (RIBEIRO e FREITAS, 2012) sobre a fauna de borboletas frugívoras. No entanto, a maioria dos estudos se concentra na região sudeste, onde foi elaborado um guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e Região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo) (UEHARA- PRADO et al., 2004) e foi demonstrado o potencial da guilda como indicadora de distúrbios em Mata Atlântica (UEHARA–PRADO et al., 2005; 2007; 2009). Além disso, nesses ambientes, a fauna de borboletas frugívoras foi avaliada quanto a importância da escala em paisagens fragmentadas (RIBEIRO et al., 2008; 2012), ao efeito da temperatura sobre a amostragem (RIBEIRO e FREITAS, 2010), aos padrões de diversidade temporal e fenologia (RIBEIRO et al., 2010) e a influência do tamanho do corpo sobre a sazonalidade (RIBEIRO e FREITAS, 2011). Para a região nordeste, no Semiárido brasileiro, foi realizado um estudo sobre a variação sazonal da guilda de borboletas frugívoras (NOBRE et al., 2012) .

No Rio Grande do Sul (RS), no extremo sul do Brasil, a maioria dos inventários de borboletas frugívoras, utilizando amostragem padronizada de armadilhas com iscas, é limitada ao bioma Mata Atlântica. Nessa região, em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista foram registradas 30 espécies (PEDROTTI et al., 2011). Posteriormente, em ambientes de Floresta Ombrófila Densa e Mista, foram encontradas 39 espécies (SANTOS et al., 2011). Na Planície Costeira Norte, em Restinga e Mata Paludosa, 29 espécies foram amostradas (BELLAVÉR et al., 2012). Na região Central, na transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, em fragmentos de Floresta Estacional Decidual e ambientes campestres, foram registradas

41 espécies (R. SPANIOL, dados não publicados). O conhecimento sobre as borboletas frugívoras ainda é incipiente, principalmente no bioma Pampa.

Dentre as borboletas frugívoras, acredita-se que a tribo Satyrini desempenhe um papel importante na caracterização das comunidades no sul do Brasil. Os estágios imaturos desta tribo se alimentam apenas de gramíneas (Poaceae) (PEÑA e WALBERG, 2008), estando associados às formações campestres, que são representativas nos dois biomas do RS (BOLDRINI, 2009).

O bioma Mata Atlântica, localiza-se ao norte e o bioma Pampa, ao sul do estado (IBGE, 2004). O bioma Mata Atlântica apresenta alta heterogeneidade ambiental, incluindo formações campestres (RIBEIRO et al., 2009, OVERBECK et al., 2007; BOLDRINI, 2009) e consiste num conjunto complexo de formações vegetais com poucas áreas de florestas remanescentes (LEITE, 2002). Mesmo sendo considerado um dos principais *hotspots* mundiais, restam apenas 7,39% da formação original da Mata Atlântica no RS (SOSMA/INPE, 2008). O bioma Pampa, no Brasil ocorre exclusivamente no RS e corresponde a aproximadamente 63% do território do estado (IBGE, 2004). A vegetação é predominantemente campestre, com florestas ripárias (MARCHIORI, 2004; BOLDRINI e LONGHI-WAGNER, 2011). Os campos sulinos são as formações predominantes no bioma e abrigam uma alta riqueza de espécies de plantas, e sustentam uma grande diversidade faunística (BOLDRINI e LONGHI-WAGNER, 2011; BENCKE 2009). Essa fauna é rica e diferenciada de outras regiões do país, com muitas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Entretanto, o conhecimento sobre a fauna de invertebrados é extremamente precário e não existem informações sistematizadas sobre o grupo (BENCKE, 2009). Atualmente, a vulnerabilidade do bioma vem aumentando devido à crescente demanda de produção e consequente expansão das atividades de agricultura, pecuária e silvicultura, somadas à carência de unidades de conservação (MARTINO, 2004; HOEKSTRA et al., 2005; OVERBECK et al., 2007; MEDAN et al., 2011). Destas, a maior ameaça à fauna nativa tem sido a substituição dos campos nativos por cultivos agrícolas (BENCKE, 2009). Deste modo a pecuária extensiva, com pastagens nativas, é uma alternativa recomendada para o manejo sustentável destes campos, pois causa menor impacto sobre sua biodiversidade (NABINGER et al., 2009; PILLAR e VÉLEZ, 2010).

A região centro oeste do RS é classificada como de extrema importância biológica (MMA, 2007) e não existem inventários de borboletas para essa área. Dessa forma, acredita-se que a região, devido às suas peculiaridades ambientais, abrigue uma fauna de borboletas frugívoras distinta das demais áreas do estado e que a riqueza, abundância e composição de espécies variem temporalmente. Espera-se também, que as diferenças ambientais e espaciais influenciem na distribuição de Satyrini no RS.

Assim, o presente estudo tem por objetivos: (i) realizar inventário das espécies de borboletas frugívoras da região centro-oeste do RS; (ii) registrar os padrões de variação temporal nas assembleias de borboletas frugívoras do sul do Brasil (iii) verificar a existência de padrões na distribuição espacial de Satyrini no RS. Os resultados obtidos servirão para aumentar a base de dados da lepidopteroфаuna do sul do Brasil e fornecer subsídios para a conservação do grupo e de seus ecossistemas ameaçados.

ARTIGO 1

Manuscrito a ser submetido à SHILAP Revista de Lepidopterologia

Borboletas frugívoras (Lepidoptera, Nymphalidae) do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil

Ana Luiza Gomes Paz^{1,2,*}

Helena Piccoli Romanowski³

Ana Beatriz Barros de Morais¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi, km 9, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. <http://w3.ufsm.br/pbiod/>

² Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro s/n, 97420-000, São Vicente do Sul, RS, Brasil. <http://www.svs.iffarroupilha.edu.br/site/>

³ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, sala 229, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. <http://www.ufrgs.br/zoologia/ppgban/>

* Autor para correspondência: A.L.G. Paz, E-mail: ana.paz@svs.iffarroupilha.edu.br

Resumo

A fragmentação e a perda de habitat ocasionados pelas atividades antrópicas são as principais ameaças à diversidade biológica. No Rio Grande do Sul (RS), principalmente no bioma Pampa ao sul do estado, a crescente demanda de produção e consequente expansão das atividades de agricultura, pecuária e silvicultura e a carência unidades de conservação, acrescem sua vulnerabilidade. As borboletas frugívoras, amostradas com armadilhas com iscas, consistem em boas ferramentas para monitoramento ambiental. Este estudo tem por objetivo fornecer uma lista de espécies de borboletas frugívoras do centro oeste do RS. As borboletas foram amostradas bimestralmente de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, nos municípios de Jaguari, São Francisco de Assis e São Vicente do Sul. No total de 2160 armadilhas/dia de amostragem, foram registrados 3288 indivíduos, pertencentes a 44 espécies e subespécies. Satyrinae foi a subfamília com maior número de espécies (57%), seguida de Biblidinae (23%), Charaxinae (18%) e Nymphalinae (2%). *Narope panniculus* Stichel 1904 é novo registro para o RS. *Manataria hercyna* (Hübner, [1821]) é considerada rara e indicadora de ambiente preservado e merecedor de conservação. Este estudo demonstrou que o bioma Pampa abriga uma fauna rica e peculiar de borboletas frugívoras que deve ser conservada. É importante a criação de medidas de incentivo ao uso sustentável do solo, bem como de políticas públicas que visem conservação da biodiversidade, especialmente em áreas que não são legalmente protegidas, para garantir a sobrevivência das espécies e dos ambientes que as abrigam. PALAVRAS-CHAVE: riqueza de espécies, bioma Pampa, conservação.

Fruit-feeding butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) from Midwestern of Rio Grande do Sul State, Brasil

Abstract

Fragmentation and habitat loss caused by human activities are the main threats to biodiversity. In Rio Grande do Sul State (RS), mainly in the Pampa biome in Southern State, the growing demand for production and consequent expansion of agriculture and forestry activities plus the lack conservation unities, increased its vulnerability. Fruit-feeding butterflies are sampled with bait traps and consist of good tools for environmental monitoring. This study aims to provide a list of fruit-feeding butterfly species of Midwestern RS State. Butterflies were sampled bimonthly from January 2010 to December 2011 in the municipalities of Jaguari, São Francisco de Assis and São Vicente do Sul. After 2160 traps/days, 3288 individuals, belonging to 44 species and subspecies, were registered. Satyrinae family showed the greater number of species (57%), followed by Biblidinae (23%), Charaxinae (18%) and Nymphalinae (2%). *Narope panniculus* Stichel 1904 is new record for the RS State. *Manataria hercyna* (Hübner, [1821]) is considered rare and indicator of preserved environment. This study demonstrated that the Pampa biome harbors a rich and peculiar fauna of fruit-feeding butterflies that deserves to be preserved. It is important to create incentives for sustainable land use and public policies aiming biodiversity conservation to ensure the survival of species and their environments, especially in areas that are not legally protected.

KEYWORDS: species richness, Pampa biome, conservation.

Introdução

Listas locais e regionais de espécies fornecem material base para estudos ambientais (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004), informando sobre a diversidade taxonômica, genética e ecológica (MOTTA, 2002). Além disso, podem proporcionar uma avaliação geral da biodiversidade, mesmo em pequenas escalas (LEWINSOHN & PRADO, 2005) e subsidiar decisões de manejo e conservação de áreas (BALMER, 2002). Os insetos formam um grupo muito diverso e apesar do vasto número de espécies conhecidas, estima-se que muitas ainda venham a ser descritas. Deste modo, documentar os insetos e outros invertebrados em ambientes particulares, bem como o esclarecimento da sua ecologia, são medidas importantes para a compreensão e conservação da biodiversidade (HAWKSWORTH, 2011). Particularmente, inventários de borboletas são úteis para caracterizar ambientes pouco conhecidos e regiões não inventariadas, podendo revelar propriedades importantes das comunidades locais (BONEBRAKE & SORTO, 2009; BELLAVER *et al.*, 2012). Nesse sentido, as informações sobre a riqueza e composição das comunidades, função ecológica, endemismo e abundância das espécies podem auxiliar no estabelecimento de estratégias e prioridades de conservação (FLEISHMAN *et al.*, 2006).

As borboletas neotropicais são muito diversificadas e proporcionalmente pouco conhecidas em relação às espécies de áreas temperadas (BONEBRAKE *et al.*, 2010). Entretanto, por estarem envolvidas nos processos ecológicos, as borboletas necessitam de medidas de conservação, principalmente em virtude das ameaças (e.g. fragmentação, perda de habitat e mudanças climáticas) às quais as espécies vêm sendo crescentemente expostas (BONEBRAKE *et al.*, 2010). Nesse sentido, a guilda de borboletas frugívoras constitui uma boa ferramenta para monitoramento ambiental, pois são facilmente atraídas e amostradas com armadilhas com iscas (FREITAS *et al.*, 2003) e seus padrões de distribuição e diversidade podem ser utilizados na tomada de decisões de manejo e conservação de áreas (UEHARA-PRADO *et al.*, 2004). Esta guilda compreende entre 40 e 55% das espécies de Nymphalidae (DE VRIES & WALLA, 2001) e utiliza frutas em decomposição, excrementos de animais e seiva como recurso alimentar dos adultos (DE VRIES, 1987). As borboletas frugívoras tem sido utilizadas em estudos ecológicos para avaliação de efeito de borda, estratificação de florestas e fragmentação ou perda de habitat, principalmente em áreas tropicais

(FERMON *et al.*, 2000, 2003; UEHARA-PRADO *et al.*, 2005; BOSSART & OPUNI-FRIMPONG, 2009; MARÍN *et al.*, 2009; SAFIÁN *et al.*, 2011; RIBEIRO *et al.*, 2012), no entanto, em regiões subtropicais as informações ainda são precárias.

O bioma Pampa, que no Brasil ocorre exclusivamente no Rio Grande do Sul (RS), corresponde a aproximadamente 63% do território do estado (IBGE, 2004). A vegetação é predominantemente campestre, com florestas ripárias (MARCHIORI, 2004; BOLDRINI & LONGHI-WAGNER, 2011). Os campos sulinos, que são as formações predominantes nesse bioma, abrigam uma grande riqueza de espécies de plantas, e podem sustentar uma ampla diversidade biológica (BOLDRINI & LONGHI-WAGNER, 2011). Paralelamente, contém uma fauna rica e diferenciada de outras regiões do país, com muitas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção, porém, o conhecimento sobre os invertebrados ainda é extremamente precário e não existem informações sistematizadas sobre o grupo (BENCKE, 2009). Atualmente, a crescente demanda de produção e consequente expansão das atividades de agricultura, pecuária e silvicultura, somadas à carência de proteção legal dos ambientes (MARTINO, 2004; HOEKSTRA *et al.*, 2005; OVERBECK *et al.*, 2007; MEDAN *et al.*, 2011), vem aumentando a vulnerabilidade do bioma. Destas, a maior ameaça à fauna nativa tem sido a conversão dos campos nativos em usos agrícolas (BENCKE, 2009), de modo que a pecuária extensiva, com pastagens nativas, tem sido recomendada para o manejo eficiente destes campos, por apresentar menor impacto sobre sua biodiversidade (NABINGER *et al.*, 2009; PILLAR & VÉLEZ, 2010).

Os lepidópteros são afetados principalmente pelos impactos das atividades agrícolas (BONEBRAKE *et al.*, 2010), para as borboletas em especial, o modo como a matriz influencia a fauna pode variar entre diferentes espécies ou assembleias, assim em geral, os distúrbios beneficiam as espécies generalistas e prejudicam as especialistas (LITTLEWOOD *et al.*, 2011). A guilda de borboletas frugívoras tem se mostrado eficaz na determinação da influência da vegetação do entorno (RIBEIRO *et al.*, 2008, 2012) e/ou da matriz agropecuária sobre as espécies que habitam matas tropicais (MARÍN *et al.*, 2009). Deste modo, o monitoramento desta guilda de borboletas pode auxiliar na avaliação da qualidade ambiental do bioma.

No RS, a maioria dos inventários da fauna de borboletas frugívoras, utilizando amostragem padronizada com armadilhas com iscas, é limitada à região

norte do estado, no bioma Mata Atlântica. Foram conduzidos estudos em Floresta Ombrófila Densa no município de Maquiné (SANTOS *et al.*, 2011), Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula (PEDROTTI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011), Restinga e Mata Paludosa na Planície Costeira Norte (BELLAVÉR *et al.*, 2012). Na região central do estado, em área de transição entre Mata Atlântica e Pampa, foi realizado recentemente um estudo em fragmentos de Floresta Estacional Decidual e ambientes campestres no município de Santa Maria (R. SPANIOL, dados não publicados). Assim, o conhecimento sobre as borboletas frugívoras do bioma Pampa do Rio Grande do Sul ainda é incipiente. O presente estudo tem por objetivo fornecer uma lista de espécies de borboletas frugívoras da região centro oeste do RS, visando contribuir para o conhecimento da fauna de borboletas do estado e acrescentar informações sobre a biodiversidade do bioma Pampa fornecendo subsídios para sua conservação.

Material e Métodos

Área de Estudo

Este estudo foi realizado nos municípios de Jaguari (JGR) (29° 29' 51"S; 54° 41' 24"O; altitude: 112m), São Francisco de Assis (SFA) (29° 33' 01"S; 55° 07' 52"O; altitude: 151m) e São Vicente do Sul (SVS) (29° 41' 30"S; 54° 40' 46"O; altitude: 129m) (Figura 1). Os três municípios estão inseridos no bioma Pampa, mas JGR e SFA situam-se em área limítrofe, com influência do bioma Mata Atlântica. O clima é Temperado Úmido, com temperatura média anual de 17,9°C e precipitação média anual de 1534 mm (MALUF, 2000). De acordo com Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2007), essa região é classificada de extrema importância biológica, no entanto ainda é pouco estudada e não contém nenhuma Unidade de Conservação.

Amostragem

As borboletas frugívoras foram amostradas bimestralmente de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, com o uso de armadilhas com iscas atrativas, em nove sítios amostrais, três por município, distantes pelo menos 2 km um do outro. Cada sítio se situou em um fragmento de mata nativa próximo a campo preservado e utilizado, principalmente para pecuária extensiva e/ou a agricultura familiar.

As armadilhas para captura seguiram modelo adaptado de UEHARA-PRADO *et al.* (2005), que consistiam em um cilindro de voile com 110 cm de altura e

35 cm de diâmetro, com um funil interno de 22 cm para prevenir eventuais fugas de exemplares capturados. Uma base de cloreto de polivinil (PVC), de 50x40 cm, foi presa a cinco centímetros do cilindro. A isca, uma mistura de caldo de cana com bananas maduras, fermentada por 48h, foi colocada em pratos descartáveis fixados na base de PVC. Cada armadilha foi fixada a aproximadamente 1,5 m do solo. Em cada sítio amostral, foram dispostas 10 armadilhas, agrupadas em duas unidades amostrais (UA), distantes 50 m, situadas paralelamente, uma na borda e outra no interior da mata. Cada UA consistiu num conjunto de cinco armadilhas, dispostas linearmente, distantes 20 m entre si. As armadilhas foram revisadas em 24 e 48h a cada ocasião amostral. Foram amostradas 240 armadilhas/dia por sítio, totalizando, 2160 armadilhas/dia.

As borboletas capturadas foram identificadas, marcadas com caneta permanente e soltas, e se necessário, coletadas para posterior montagem e identificação. Pelo menos um exemplar testemunho de cada espécie foi depositados na coleção de referência do Laboratório de Interações Inseto-Planta do Departamento de Biologia, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. A taxonomia seguiu LAMAS (2004) e WAHLBERG (2009). As coletas foram executadas com amparo da licença expedida pelo ICMBio (Licença de coleta ICMBio/SISBIO 22328-1).

Análise dos dados

As assembléias amostradas foram analisadas quanto à composição de espécies, riqueza (S), abundância (N) e frequência relativa (Fr) das espécies registradas. Foram consideradas dominantes as espécies com frequência relativa maior que 0,10 (DESSUY & MORAIS, 2007).

A suficiência amostral foi mensurada através de curvas de acumulação de espécies e dos estimadores analíticos de riqueza de espécies Bootstrap e Ice, gerados com 500 randomizações, para cada município estudado, através do software EstimateS (COLWELL, 2007).

A riqueza entre os três municípios foi comparada através do método de rarefação baseada em indivíduos (GOTELLI & GRAVES, 1996), com 1000 randomizações, através do programa EcoSim700 (GOTELLI & ENTSMINGER, 2003, 2011).

Para a verificação de novas ocorrências para o estado foram utilizados os estudos realizados com mesma metodologia, anteriormente citados na introdução, e consulta a trabalhos anteriores, realizados com outras metodologias, mencionados em ISERHARD *et al.* (2010).

Revisões taxonômicas recentes (FREITAS *et al.*, 2012; N. SERAPHIM com. pess.) e consultas à coleção de Lepidoptera do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, concluídas após o término das amostragens, ocasionaram alterações na identificação inicial das espécies. Conseqüentemente, a abundância das espécies dos gêneros *Hermeuptychia* Forster, 1964 e *Ypthimoides* Forster, 1964 (ambas Satyrinae) e *Memphis* Hübner, [1819] (Charaxinae), o equivalente a 28% do total amostrado, não foram incluídas na análise estatística, porque, devido à amostragem não destrutiva, a determinação das espécies não coletadas se tornou inviável. Na lista de espécies constam apenas os registros da ocorrência dessas espécies.

Resultados e Discussão

Foram registrados 3822 indivíduos, pertencentes a 44 espécies e subespécies, distribuídos em quatro subfamílias e 12 tribos de borboletas (Tabela 1). Até o momento, essa foi a maior riqueza de borboletas frugívoras registrada no RS, comparado com trabalhos que utilizaram a mesma metodologia do presente estudo (PEDROTTI *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2011; BELLAVÉR *et al.*, 2012; R. SPANIOL, dados não publicados). No entanto a diferença entre os esforços amostrais inviabiliza comparações mais detalhadas. Recentemente, no estado vizinho de Santa Catarina, foram registradas 20 espécies de borboletas com este mesmo método, em Floresta Ombrófila Densa, no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro (CORSO & HERNÁNDEZ, 2012).

Trinta e três espécies (1975 indivíduos) foram amostradas em SFA, 30 espécies (1074 indivíduos) em JGR e 24 espécies (773 indivíduos) em SVS. As curvas de suficiência amostral se mostraram ascendentes para a amostra total e por município, (Figura 2), indicando que, provavelmente, com um maior esforço amostral, mais espécies deverão ser adicionadas. Este resultado foi corroborado pelos estimadores analíticos de riqueza, que resultaram, respectivamente, em $41,03 \pm 0$ (Bootstrap) e $47 \pm 0,02$ (Ice) para a amostra total, $26,68 \pm 0$ e $26,92 \pm 0,01$ para JGR,

31,33 ± 0 e 36,76 ± 0,03 para SFA, 21,65 ± 0 e 24,9 ± 0,03 para SVS. De acordo com os resultados da rarefação, a riqueza de borboletas frugívoras registrada em SVS diferiu significativamente da riqueza registrada em JGR e SFA (Figura 3).

Satyrinae foi a subfamília com maior número de espécies (57%), seguida de Biblidinae (23%), Charaxinae (18%) e Nymphalinae (2%) corroborando o padrão de riqueza observado na Floresta Ombrófila Densa do RS (Santos *et al.*, 2011), único trabalho com esforço amostral equivalente ao do presente estudo. Do total de espécies registradas, 15 (sete Satyrinae, três Charaxinae, quatro Biblidinae e uma Nymphalinae) ocorreram nos três municípios, 13 (sete Satyrinae, duas Charaxinae e quatro Biblidinae) em dois municípios e 16 (11 Satyrinae, três Charaxinae e duas Biblidinae) em apenas um dos municípios (Figura 4). O maior número de espécies compartilhadas foi entre SFA e JGR, possivelmente, relacionado à maior semelhança fitofisionômica entre esses municípios. Em SVS as matas são mais baixas e secas, e, adicionalmente, o relevo da região é mais plano.

As cinco espécies mais abundantes na região de estudo e dominantes na amostra total, foram: *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]), *P. poltys* (Prittwitz, 1865), *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer, 1909), *Moneuptychia soter* (Butler, 1877) e *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) (Figura 5). Em geral, todas apresentam hábitos generalistas (BROWN, 1992) e são comumente encontradas no RS (MORAIS *et al.*, 2007; TESTON & CORSEUIL, 2008a, b). Destas, três espécies pertencem à subfamília Satyrinae, que utilizam monocotiledôneas como hospedeiras de suas lagartas, plantas que são amplamente disponíveis nas formações campestres do entorno. Quatro espécies foram dominantes em SFA e três em JGR e SVS (Figura 5). *P. phronius* representou 47% do número total de indivíduos em SVS. Apesar das características do entorno de todas as áreas amostradas terem sido equivalentes, a agricultura intensiva, proporcionalmente, é a atividade econômica preponderante em SVS (IBGE, 2006). Possivelmente, essa característica pode ter influenciado a composição da fauna e favorecido a alta dominância de uma única espécie, visto que a intensificação da agricultura pode afetar a qualidade da matriz e a persistência das espécies que habitam os fragmentos de mata nela inseridos (MARÍN *et al.*, 2009). Por outro lado, a pecuária e a agricultura tradicional ou familiar, que

predominam em SFA e JGR, respectivamente (IBGE, 2011, 2006) parecem exercer menor impacto na manutenção de comunidades ricas em espécies.

Uma espécie amostrada unicamente em interior de mata preservada em Jaguari é novo registro para o Rio Grande do Sul: *Narope panniculus* Stichel, 1904 (Chapadão, 26/IX/2010, Casagrande *det.*, Paz *leg.*). O registro anterior mais ao sul do Brasil para essa espécie foi no estado do Paraná (DOLIBAINA *et al.*, 2011). Outra espécie que merece destaque é *Manataria hercyna* (Hübner, [1821]), amostrada em JGR e SFA, considerada rara na região noroeste do estado (BIEZANKO, 1960), e cujos registros mais recentes corresponderam a dois indivíduos amostrados em fragmentos de Floresta Atlântica em Frederico Westphalen (GIOVENARDI *et al.*, 2008). Esta espécie foi descrita como indicadora de ambiente preservado e merecedor de conservação em áreas de Mata Atlântica no sudeste do país (BROWN & FREITAS, 2000).

Apesar da proeminente riqueza de espécies e peculiaridade da fauna de borboletas frugívoras registrada no presente estudo, o seu conhecimento ainda pode ser ampliado, pois a sistemática do grupo não se encontra completamente definida. Estudos recentes de revisão de alguns taxa resultaram em conjuntos de espécies anteriormente não registrados no RS (e.g. *Hermeuptychia atalanta* (Butler, 1867), N. Seraphim *com. pess.*) e na descrição de novas espécies (e.g. *Ypthimoides ordinaria* Freitas, Kaminski & Mielke, 2012, FREITAS *et al.*, 2012). Finalmente, *Pharneuptychia* sp., que teve apenas um único exemplar coletado em SFA, provavelmente, pode se constituir em uma espécie nova (A.V.L. FREITAS *com. pess.*).

Conclusão

Nossos resultados revelaram que, mesmo em uma pequena escala espacial, a região centro oeste do RS apresentou uma composição distinta de espécies entre os municípios, destacando inclusive um novo registro para o estado. Essas observações ressaltam a necessidade de conhecimento e valorização da biodiversidade do bioma Pampa, cuja paisagem muitas vezes tem sido considerada homogênea em relação a outros biomas brasileiros e, conseqüentemente, encontra-se aquém em termos de conservação. Provavelmente, com o incremento de estudos em regiões ainda não inventariadas deste bioma, mais espécies venham a serem descobertas. Por fim,

salientamos que a área de estudo sustentou uma expressiva fauna de borboletas frugívoras, rica e diferenciada de outras regiões do estado, que merece ser conservada. Deste modo, são necessárias medidas de apoio ao uso sustentável do solo, bem como de políticas públicas que visem conservação da biodiversidade, especialmente em áreas que não são legalmente protegidas para garantir a sobrevivência das espécies e dos ambientes que as abrigam.

Agradecimentos

Aos proprietários das áreas amostrais pela permissão do acesso e apoio logístico. Aos Drs. A.V.L. Freitas e M. Casagrande, e aos biólogos J.P. Santos, N. Seraphim, M.O. Teixeira e J.M. Bellaver, pela identificação de espécies de borboletas frugívoras. Aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFF-SVS, em particular, D.V. Valente, G.O. Silveira e L.R. Teixeira e colegas do laboratório de Interação Inseto-Planta da UFSM pela ajuda em campo. À CAPES e CNPq (Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros /SISBIOTA, processo 563332/2010-7) pelo apoio financeiro.

BIBLIOGRAFIA

- BALMER, O. 2002.- Species lists in ecology and conservation: abundances matter.- *Conserv. Biol.*, 16(4):1160-1161.
- BELLAVER, J., ISERHARD, C. A., SANTOS, J. P. SILVA, A. K. TORRES, M., SIEWERT, R. R., MOSER, A. & ROMANOWSKI, H. P. 2012.- Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Swamp forests and Restinga forests at the southern Brazilian Coastal Plain.- *Biota Neotrop.*, 12(4): 181-190.
- BENCKE, G. A. 2009.- Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In V. P. P. PILLAR, S. C. MÜLLER, Z. M. S. CASTILHOS, A. V. A. JACQUES. *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*: 202 pp. Ministério do Meio Ambiente, Brazil.
- BIEZANKO, C. M. 1960.- IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul.- *Arq. Entomol.*, Ser. A:1-13.
- BOLDRINI, I. I. & LONGHI-WAGNER, H. M. 2011.- Poaceae no Rio Grande do Sul.- *Ciênc. Ambient.*, 42: 71-92.

- BONEBRAKE, T. C., SORTO, R. 2009.- Butterfly (Papilionoidea and Hesperioidea) rapid assessment of a coastal countryside in El Salvador.- *Trop. Conserv. Sci.*, 2: 34-51.
- BONEBRAKE, T. C., PONISIO, L. C., BOGGS, C. L. & EHRLICH, P. R. 2010.- More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation.- *Biol. Conserv.*, 143:1831-1841.
- BOSSART, J. L. & OPUNI-FRIMPONG E. 2009.- Distance from edge determines fruit-feeding butterfly community diversity in Afrotropical forest fragments.- *Environ. Entomol.*, 38 (1): 43-52.
- BROWN, K.S. 1992.- Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In L.P.C. MORELLATO. *História Natural da Serra do Japi: Ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil*: 321 pp. UNICAMP, São Paulo.
- BROWN, K. S. & FREITAS A. V. L. 2000.- Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo.- *Bol Mus Biol Mello Leitão.*, 11/12: 71-116.
- 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>.
- CORSO, G. & HERNÁNDEZ, M. I. M. 2012.- Borboletas frugívoras da Mata Atlântica no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, Santa Catarina, Brasil.- *Biotemas*, 25 (4): 139-148.
- DE VRIES, P. J.- 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae: 327 pp. Princeton University Press, Princeton.
- DE VRIES, P. J. & WALLA, T. R. 2001.- Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies.- *Biol. J. Linn. Soc.*, 74:1-15.
- 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.
- DOLIBAINA, D. R., MIELKE, O. H. H. & CASAGRANDE, M. M. 2011.- Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná,

- Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros.- *Biota Neotrop.* 11(1): 340-354.
- FERMON H., WALTERT M. & MUHLENBERG M. 2003.- Movement and vertical stratification in tropical fruit feeding butterflies.- *J. Insect Conserv.*, 7: 7–19.
- FERMON H., WALTERT M., LARSEN T.B., DALL’ASTA U. & MUHLENBERG, M. 2000.- Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Cote d’Ivoire.- *J. Insect Conserv.*, 4: 173–189
- FLEISHMAN, E., NOSS, R. F & NOON, B. R. 2006.- Utility and limitations of species richness metrics for conservation planning.- *Ecol. Indic.*, 6: 543-553
- FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B. & BROWN, K. S. 2003.- Insetos como indicadores ambientais. In L. CULLEN JUNIOR, C. VALLADARES-PÁDUA & R. RUDRAN. *Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre*: 667 pp. Editora da UFPR, Curitiba.
- FREITAS, A. V. L., KAMINSKI, L. A., MIELKE, O. H. H., BARBOSA, E. P. & SILVA-BRANDÃO, K. L. 2012.- A new species of *Ypthimoides* (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from the southern Atlantic forest region.- *Zootaxa*, 3526: 31–44.
- GIOVENARDI, R., DI MARE, 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 floresta no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil.- *Rev. Bras. Ent.*, 52(4):599-605.
- GOTELLI N. J. & ENTSMINGER G. L. 2011.- EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence, Inc. & Kesey-Bear, Jericho, VT 05465. <<http://garyentsminger.com/ecosim.htm>>
- GOTELLI, N. J. & ENTSMINGER, G. L. 2003.- Swap algorithms in null model analysis. *Ecology*, 84: 532–535.
- GOTELLI N. J. & GRAVES G. R. 1996.- Null models in ecology: 368 pp. Smithsonian Institution Press, Washington.
- HAWKSWORTH, D. L. 2011.- Biodiversity and conservation of insects and other invertebrates.- *Biodivers. Conserv.*, 20:2863–2866.

- HOEKSTRA, J. M., BOUCHER, T. M., RICKETTS, T. H., ROBERTS, C. 2005.-
Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection.-
Ecol. Lett., 8: 23-29.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2004.-
Mapas de biomas e vegetação. Brasília
<ftp://geofpt.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/biomas.pdf> (último
acesso em 23/01/2013)
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006.-
Censo Agropecuário 2006 Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação
ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Agropecuario_2006/agri_familiar_2006/
(último acesso em 23/01/2013)
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2011.-
Sistema IBGE de recuperação automática - SIDRA.
<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=P>
[P&v=105&z=t&o=24](http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?ti=1&tf=99999&e=c&p=P) (último acesso em 23/01/2013)
- ISERHARD, C. A., QUADROS, M. T., ROMANOWSKI, H.P. & MENDONÇA
JUNIOR, M.S. 2010.- 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.- *Biota Neotrop.* 10(1): 309-320.
- LAMAS, G. 2004.- Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In J.B.
HEPPNER. *Atlas of Neotropical Lepidoptera*: 494 pp. Association for Tropical
Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville.
- LEWINSOHN, T. M. & PRADO, P. I. 2005.- How many species are there in Brazil? -
Conserv. Biol., 19: 619-624.
- LITTLEWOOD, N.A., STEWART, A.J.A. & WOODCOCK, B.A. 2011.- Science
into practice - how can fundamental science contribute to better management of
grasslands for invertebrates?- *Insect Conserv. Diver.*, 5: 1-8.
- MALUF, J.R.T. 2000.- Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul.-
Rev. Bras. Agromet., 8(1):141-150.
- MARCHIORI, J.N.C. 2004.- Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos:
110 pp. EST, Porto Alegre.

- MARÍN, L., LEÓN-CORTES, J.L. & STEFANESCU, C. 2009.- The effect of an agro-pasture landscape on diversity and migration patterns of frugivorous butterflies in Chiapas, Mexico.- *Biodivers. Conserv.* , 18: 919-934.
- MARTINO, D. 2004.- Conservación de praderas en el cono sur: valoración de las áreas protegidas existentes.- *Ecosistemas*, 13(2): 114-123.
- MEDAN, D., TORRETTA, J.P., HODARA, K., DE LA FUENTE, E.B., MONTALDO, N.H. 2011.- Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina.- *Biodivers. Conserv.*, 20: 3077-3100.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. 2007.- Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. *Série Biodiversidade*, 31.
- Brasil -. 2007.- Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. *Série Biodiversidade*, 31.
- MORAIS, A.B.B., ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A., MARCHIORI, M.O.O. & SEGUI, R. 2007.- Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea).- *Cienc. Ambient.*, 35(2):29-46.
- MOTTA, P. C. 2002.- Butterflies from the Uberlândia region, central Brasil: species list and biological comments.- *Braz. J. Biol.*, 62(1):151-163.
- NABINGER, C., FERREIRA, E.T., FREITAS, A. K., CARVALHO, P.C. & SANT'ANNA, D.M.- 2009. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In V. P. P. PILLAR, S. C. MÜLLER, Z. M. S. CASTILHOS, A. V. A. JACQUES. *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*: 202 pp. Ministério do Meio Ambiente, Brazil.
- OVERBECK, G. E., MÜLLER, S. C., FIDELIS, A., PFADENHAUER, J., PILLAR, V. D., BLANCO, C. C., BOLDRINI, I. I., BOTH, R. & FORNECK, E. D. 2007.- Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos.- *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.*, 9(2):101-116.
- PEDROTTI, V. S., BARROS, M. P., ROMANOWSKI, H. P. & ISERHARD, C. A. 2011.- Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil.- *Biota Neotrop.* 11(1): 1-6.

- PILLAR, V. P. & VÉLEZ, E. 2010.- Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético?- *Nat. Conservação*, 8(1): 84-86.
- RIBEIRO, D. B., BATISTA, R., PRADO P. I., BROWN K. S., FREITAS A. V. L. 2012.- The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape.- *Biodivers. Conserv.* 21: 811-827.
- RIBEIRO, D. B., PRADO, P. I., BROWNR, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2008.- Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation.- *Divers. Distrib.*, (14): 961-968.
- SAFIÁN, S., CSONTOS, G. & WINKLER, D. 2011.- Butterfly community recovery in degraded rainforest habitats in the upper Guinean forest zone (Kakum forest, Ghana).- *J. Insect Conserv.*, 15: 351-359.
- SANTOS J. P., ISERHARD C. A., TEIXEIRA M. O. & ROMANOWSKI H. P. 2011.- Fruit-feeding butterflies guide of subtropical Atlantic Forest and Araucaria Moist Forest in State of Rio Grande do Sul, Brazil.- *Biota Neotrop.*, 11(3): 253-274.
- TESTON, J. A. & CORSEUIL, E. 2008a.- Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae.- *Biociências*, 16(1): 33-41.
- _____. 2008b.- Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae.- *Biociências*, 16(1): 42-51.
- UEHARA-PRADO, M., BROWN, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2005.- Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest.- *J. Lepid. Soc.*, 59(2):96-106.
- UEHARA-PRADO, M., FREITAS, A. V. L., FRANCINI, R. B. & BROWN, K. S. 2004.- Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo).- *Biota Neotrop.* 4(1): 1-9.
- WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A. V. L. & BROWER, A. V. Z. 2009.- Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary.- *Proc. R. Soc. B.*, 276:4295-4302.

Legenda da Tabela

Tabela 1: Abundância de espécies de borboletas frugívoras amostradas com armadilhas com iscas entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, nos municípios de Jaguari (JGR), São Francisco de Assis (SFA) e São Vicente do Sul (SVS), no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. X espécies registradas fora das armadilhas; ▲ novo registro para o Rio Grande do Sul; - espécies com abundância indeterminada.

Tabela 1.

	JRG	SFA	SVS
SATYRYNAE (S=25)			
Morphini			
<i>Morpho epistrophus</i> (Fabricius, 1796)			5
● <i>Morpho helenor achillides</i> C. Felder & R. Felder, 1867	X		
Brassolini			
<i>Blepolenis batea batea</i> (Hübner, [1821])	2		1
● <i>Brassolis astyra philocala</i> Stichel, 1904			X
<i>Caligo brasiliensis</i> (C. Felders, 1862)			1
<i>Caligo illioneus</i> (Cramer 1775)		1	
<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, [1825])	1		
<i>Eryphanis reevesii</i> (Doubleday, [1849])	9	1	1
<i>Narope cyllastros</i> Doubleday, [1849]		1	
▲ <i>Narope panniculus</i> Stichel 1904	1		
<i>Opsiphanes invirae remoliatius</i> Fruhstorfer, 1907	11	13	
Elymniini			
<i>Manataria hercyna hercyna</i> (Hübner, [1821])	18	2	
Satyrini			
<i>Capronniera galesus</i> (Godart, [1824])		1	3
<i>Carminda paeon</i> (Godart, 1804)	5	2	
<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, [1824])	6	7	
<i>Hermeuptychia atalanta</i> (Butler, 1867)	–	–	–
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	37	293	75
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	97	380	364
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	108	399	191
<i>Pharneuptychia</i> sp		1	
<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)			1
<i>Splendeuptychia libitina</i> (Butler, 1870)			1
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, [1821]	28	3	
<i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824])	–	–	–
<i>Ypthimoides ordinaria</i> Freitas, Kaminski & Mielke 2012	–	–	–
CHARAXINAE (S=8)			
Anaeini			
<i>Memphis acidalia victoria</i> (H. Druce, 1877)		–	
<i>Memphis moruus steno</i> (Prittwitz, 1865)	–	–	–
<i>Zaretis strigosus</i> (Gmelin 1790)	9	45	17
Preponini			
<i>Archaeoprepona chalciope</i> (Hübner, [1823])	52	14	8
<i>Archaeoprepona demophon thalpius</i> (Hübner, 1814)	4	1	
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, [1814])	3	1	
<i>Prepona laertes laertes</i> (Hübner, [1811])		1	
<i>Prepona proschion</i> Fruhstorfer 1904	1		
BIBLIDINAE (S=10)			
Biblidini			
<i>Biblis hyperia nectanabis</i> (Fruhstorfer, 1909)	310	260	62
Catonephelini			
<i>Eunica eburnea</i> Fruhstorfer, 1907		26	4
<i>Eunica tatila bellaria</i> Fruhstorfer, 1908		17	
Ageroniini			
<i>Hamadryas amphinome amphinome</i> (Linnaeus, 1767)	15	13	
<i>Hamadryas epinome</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	221	149	25
<i>Hamadryas februa februa</i> (Hübner, [1823])	50	156	5
Epiphilini			
<i>Epiphile hubneri</i> Hewitson, 1861	24	63	
<i>Temenis laothoe meridionalis</i> Ebert, 1965		10	1
Catagrammini			
<i>Callicore pygas eucale</i> (Fruhstorfer, 1916)	23	44	6
<i>Diaethria candrena candrena</i> (Godart, [1824])	3		
NYMPHALINAE (S= 1)			
Coecini			
<i>Smyrna blomfildia</i> (Fabricius, 1781)	36	71	2
N total	1074	1975	773

Legendas das Figuras

Figura 1: Mapa da área de estudo. Os círculos pretos indicam a localização dos municípios. JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 2: Curvas de suficiência amostral para a região centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil, das assembleias de borboletas frugívoras, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, em três municípios, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança (95%). JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.

Figura 3: Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. As linhas pontilhadas indicam o intervalo de confiança (95%).

Figura 4: Diagrama de Venn para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras exclusivas e compartilhadas, amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.

Figura 5: Distribuição das frequências relativas (fr) das espécies de borboletas frugívoras amostradas com armadilhas com iscas atrativas, entre janeiro de 2010 e dezembro de 2011, no total e por município, em três municípios do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul.

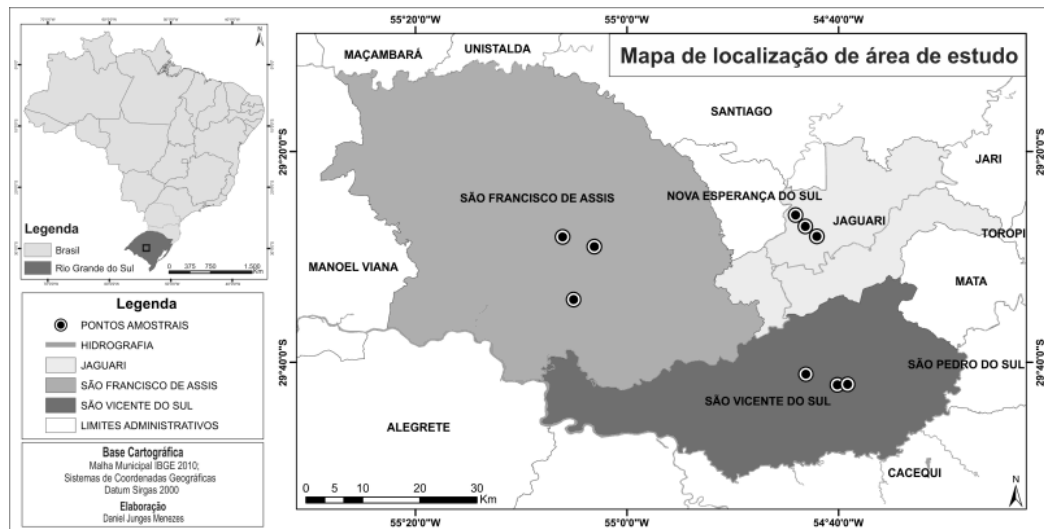
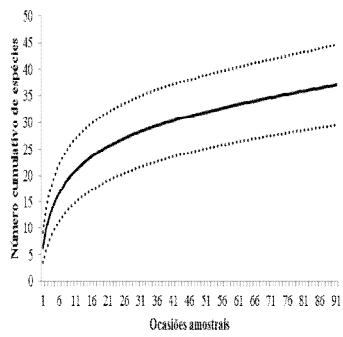
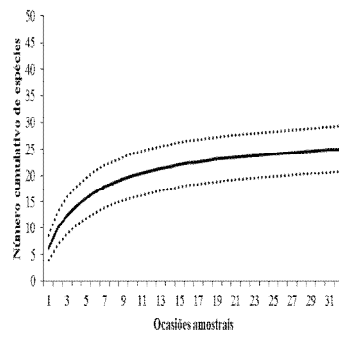


Figura 1

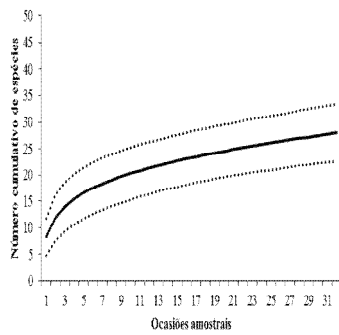
Total



JGR



SFA



SVS

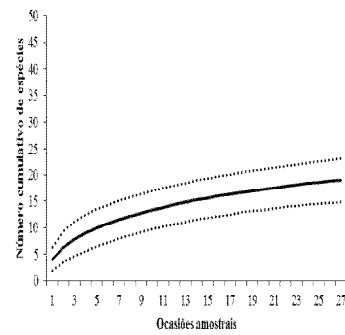


Figura 2

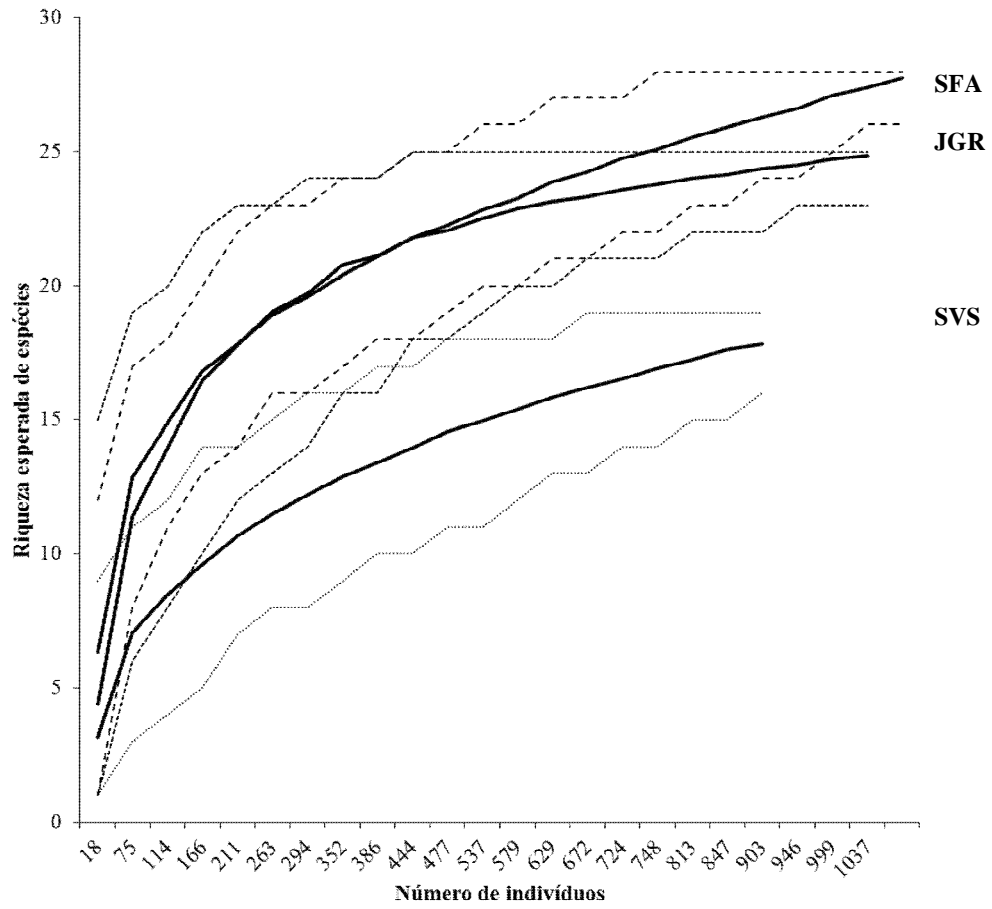


Figura 3

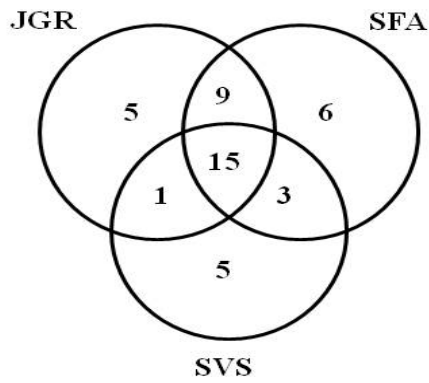


Figura 4

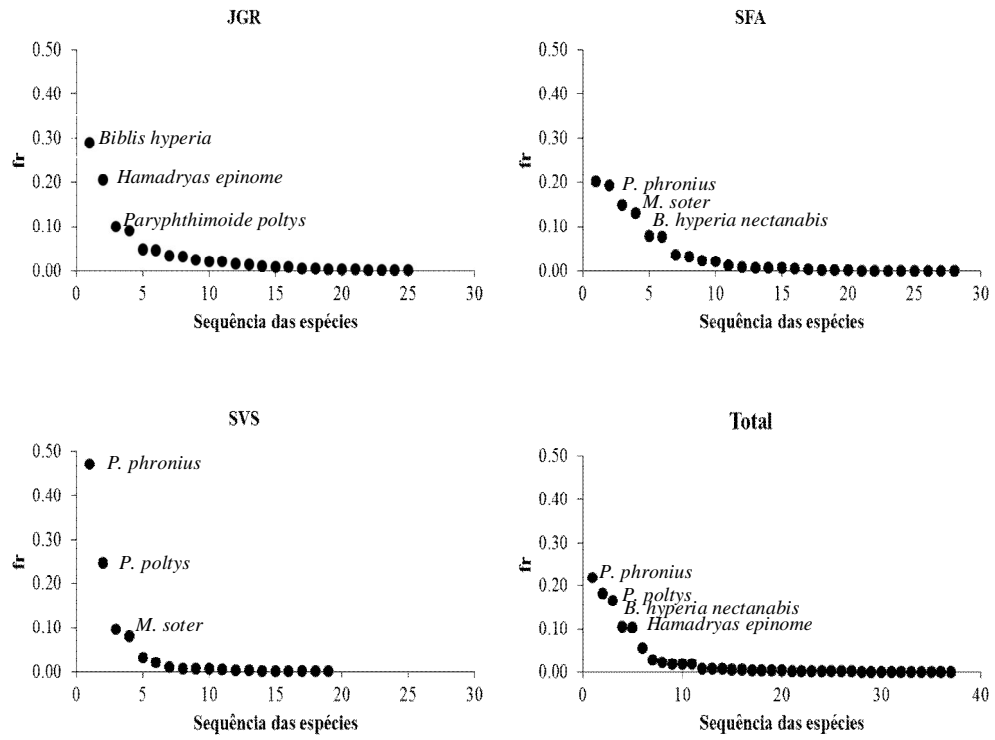


Figura 5

ARTIGO 2

Manuscrito a ser submetido ao The Journal of Research on the Lepidoptera

**Varição temporal na comunidade de borboletas frugívoras
(Lepidoptera: Nymphalidae) no sul do Brasil**

Ana Luiza Gomes Paz^{1,2,*}

Helena Piccoli Romanowski³

Ana Beatriz Barros de Morais¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi, km 9, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. <http://w3.ufsm.br/pbiod/>

² Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro s/n, 97420-000, São Vicente do Sul, RS, Brasil. <http://www.svs.iffarroupilha.edu.br/site/>

³ Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, sala 229, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil. <http://www.ufrgs.br/zoologia/ppgban/>

* Autor para correspondência: A.L.G. Paz, E-mail: ana.paz@svs.iffarroupilha.edu.br

Temporal variation of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) community in southern Brazil Among the patterns associated with temporal variation in insects, those related to temperature predominate in temperate regions, while those associated to rainfall in tropical regions. The fruit-feeding butterflies comprehend about 50% of the Nymphalidae species in neotropical forests and temporal studies of this guild can help planning studies in areas not yet inventoried. This study was conducted in the cities of Jaguari, São Francisco de Assis e São Vicente do Sul, in Pampa biome, southern Brazil. Butterflies were sampled bimonthly with the use of bait traps from January 2010 to December 2011, in nine sampling sites, where microclimatic variables were also measured. We analyzed total and seasonal richness, abundance and species composition. At the end, 37 species were analyzed and 3822 individuals. The results showed no significant seasonal pattern neither species richness differences among seasons, despite the register of temporal variation in the fruit-feeding butterflies assemblages studied. The total abundance was influenced by the subfamily Satyrinae abundance. The rare species played an important role in the composition of this community. Temperature, relative humidity and luminosity were the microclimate variables that contributed more in the assemblages structuring. According to the results of this study and in order to optimize the sampling efforts, it is suggested that they should be maximized in the January to March period, resulting in a representative sample of the fruit-feeding butterflies' community of southern Brazil, and assisting the conservationist strategies.

Keywords: abundance, Pampa biome, seasonality, species richness.

Variação temporal na comunidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) no sul do Brasil Dentre os padrões associados à variação temporal em insetos, destacam-se aqueles relacionados à temperatura em regiões temperadas, enquanto em regiões tropicais estes padrões estão associados principalmente à pluviosidade. As borboletas frugívoras perfazem cerca de 50 % das espécies de Nymphalidae em florestas neotropicais e as elucidaciones dos padrões temporais desta guilda podem auxiliar no planejamento de trabalhos em regiões ainda não inventariadas. Este estudo foi realizado nos municípios de Jaguari, São Francisco de Assis e São Vicente do Sul, no bioma Pampa, sul do Brasil. As borboletas foram amostradas bimestralmente de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, com o uso de armadilhas com iscas atrativas, em nove sítios amostrais, onde também foram medidas variáveis microclimáticas. Foram analisadas riqueza, abundância e composição de espécies, no total e por estações. Ao todo, foram analisadas 37 espécies e 3822 indivíduos. Os resultados mostraram ausência de padrão sazonal e diferença significativa de riqueza entre as estações, apesar de ter sido registrada variação temporal nas assembleias de borboletas frugívoras estudadas. A abundância total foi influenciada pela abundância da subfamília Satyrinae. As espécies raras tiveram um papel importante na composição desta comunidade. Temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade foram as variáveis microclimáticas que mais contribuíram na estruturação das assembleias. De acordo com os resultados do presente estudo e com o intuito de otimizar os esforços de amostragem, sugere-se que a amostragem seja maximizada no período de janeiro a março, para que uma amostra representativa da comunidade de borboletas frugívoras da região sul do Brasil seja obtida, auxiliando assim nas estratégias conservacionistas.

Palavras-chave: abundância, bioma Pampa, riqueza de espécies, sazonalidade.

Introdução

Dentre os padrões associados à variação temporal em insetos, destacam-se aqueles relacionados à temperatura em regiões temperadas, enquanto em regiões tropicais, esses padrões estão associados principalmente à pluviosidade (Wolda 1988, 1989, Silva et al. 2011), podendo ainda ser influenciados por fenômenos climáticos, tal como El Niño (Wolda 1992). No entanto, uma variação só é considerada sazonal quando se repete por mais de um ano (Wolda & Fisk 1981). A ocorrência de mudanças sazonais na abundância dos insetos também pode ser associada a fatores como disponibilidade e/ou qualidade de recursos, predação ou parasitoides, integrados às condições de temperatura, precipitação e fotoperíodo, que moldam suas histórias de vida (Wolda 1988, 1989, 1992, Pozo et al. 2008). Nesse sentido, espécies com múltiplas gerações ao longo do ano podem fornecer informações relevantes sobre mudanças temporais no ambiente (Grotan et al. 2012).

A guilda das borboletas frugívoras compreende quatro subfamílias - Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (tribo Coeini) (Wahlberg et al. 2009), perfazendo cerca de 50 % das espécies de Nymphalidae em florestas neotropicais (DeVries 1987), e podem ser facilmente amostradas através de armadilhas com isca. A elucidação dos padrões temporais desta guilda podem auxiliar no planejamento de inventários, de modo que o conhecimento dos períodos mais favoráveis para amostragem do grupo possa aperfeiçoar o tempo e os recursos financeiros dispendidos na pesquisa (Ribeiro et al. 2010). A maioria dos trabalhos sobre a variação temporal de borboletas frugívoras foi realizada em clima tropical (DeVries et al. 1997, 1999, DeVries & Walla 2001, Hamer et al. 2005, Ribeiro et al. 2010, Grotan et al. 2012, Nobre et al. 2012), não havendo informações sobre esta fauna para a região subtropical. Alguns dos trabalhos realizados em florestas úmidas do Equador revelaram um padrão de riqueza e abundância superior na estação chuvosa (DeVries et al. 1997, 1999; DeVries & Walla 2001), padrão corroborado no no Semiárido brasileiro (Nobre et al. 2012). No entanto, também em florestas equatoriais, foi encontrada uma maior diversidade durante a estação seca, em amostragens realizadas ao longo de 10 anos (Grotan et al. 2012) e corroborado pelo padrão registrado em florestas primárias em Borneo (Hamer et al. 2005). Por outro lado, na Mata Atlântica do sudeste brasileiro, a precipitação mensal não afetou a riqueza nem a abundância de borboletas frugívoras, mas ambos os parâmetros foram positivamente relacionadas à temperatura (Ribeiro et al. 2010).

Apenas dois estudos analisaram a sazonalidade de assembleias de borboletas no sul do Brasil. Destes, o primeiro foi realizado em Floresta Ombrófila Densa e Mista (Iserhard 2009) e o segundo, em Matas de Restinga e Matas de Araucária (Marchiori 2012), ambos no domínio do bioma Mata Atlântica do Rio Grande do Sul.

O bioma Pampa, localizado na metade sul do estado do Rio Grande do Sul, no limite entre as regiões subtropical e temperada, apresenta as quatro estações bem definidas, com verões quentes e invernos frios, e pluviosidade distribuída de modo aproximadamente uniforme ao longo do ano (Overbeck et al. 2007, Roesch et al. 2009). Adicionalmente, o conhecimento sobre sua fauna ainda é incompleto (Medan et al. 2011), principalmente no que diz respeito aos invertebrados (Bencke 2009).

Diante da ausência de estudos sobre a distribuição temporal das espécies de insetos no bioma Pampa, este trabalho tem por objetivos (i) registrar os padrões de variação temporal nas assembleias de borboletas frugívoras; (ii) verificar a influência de fatores microclimáticos (temperatura, luminosidade, umidade relativa do ar e velocidade do vento) na estrutura dessa comunidade. Os resultados obtidos servirão para aumentar o conhecimento da lepidopterofauna da região e fornecer subsídios para a conservação do grupo e de seus ecossistemas ameaçados.

Material e Métodos

Área de Estudo

O presente estudo foi realizado nos municípios de Jaguari (JGR) (29° 29' 51"S; 54° 41' 24"O; altitude: 112m), São Francisco de Assis (SFA) (29° 33' 01"S; 55° 07' 52" O; altitude: 151m) e São Vicente do Sul (SVS) (29° 41' 30"S; 54° 40' 46"O; altitude: 129m), no bioma Pampa. JGR e SFA situam-se em área limítrofe, com o bioma Mata Atlântica, na região geomorfológica correspondente ao Rebordo do Planalto Meridional (Müller Filho 1970). O clima da região é Temperado Úmido, com temperatura média anual de 17,9°C (Maluf 2000). A temperatura do mês mais quente pode ser superior a 22°C e a do mês mais frio, entre -3 e 18°C (Moreno 1961). O regime pluviométrico anual situa-se entre 1200 e 2000 mm, com verão e primavera mais secos e inverno e outono mais chuvosos (Suertegaray 2001). A vegetação é predominantemente campestre, com florestas ripárias (Marchiori 2004, Boldrini & Longhi-Wagner 2011) e vegetação arbórea nas encostas mais íngremes nas áreas do Rebordo (Righi & Robaina 2007). A região de estudo é classificada de extrema importância biológica (MMA 2007), no entanto é pouco estudada e não contém nenhuma Unidade de Conservação.

Amostragem

As borboletas frugívoras foram amostradas de janeiro de 2010 a dezembro de 2011, bimestralmente, com o uso de armadilhas com iscas atrativas, em nove sítios amostrais (três por município), distantes pelo menos 2 km um do outro. Cada sítio se situou em um fragmento de mata nativa, com campo preservado no seu entorno, utilizado para pecuária extensiva e/ou a agricultura familiar, atividades econômicas características da região. Para maiores detalhes em relação à amostragem consultar o artigo 1 dessa Tese. As coletas foram executadas com o amparo da licença de coleta ICMBio/SISBIO 22328-1.

Os dados das variáveis microclimáticas de temperatura, velocidade do vento, luminosidade e umidade relativa foram obtidos através de aparelho termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil modelo Thal-300 (Instrutherm). Essas variáveis foram registradas diariamente, em cada armadilha, por ocasião amostral, com exceção da primeira amostragem, em Jaguari e São Francisco de Assis (janeiro de 2010), devido à indisponibilidade do aparelho. Adicionalmente, dados de precipitação pluviométrica da região durante o período de estudo, foram obtidos na Estação Meteorológica do Instituto Federal Farroupilha, Campus São Vicente do Sul.

Análise dos dados

Foram analisadas riqueza (S), abundância (N) e composição de espécies no total e por subfamílias de borboletas frugívoras, por ano e por estações. O ano de 2010 foi denominado ano I, e o ano de 2011, ano II. Na análise das espécies exclusivas para cada estação, os *singletons*, por serem espécies com registro de apenas de um indivíduo, não foram considerados. Foi elaborado um diagrama de Whittaker com distribuição das frequências relativas das espécies por estação.

Para comparar a estrutura das assembléias de borboletas frugívoras ao longo das estações do ano, foi realizada uma ordenação das amostras através do método de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), com posterior Análise de Similaridade (ANOSIM) (Clarke & Warwick 2001), ambas utilizando o índice de similaridade de Morisita. Anteriormente às análises, foi realizada uma transformação para raiz quadrada no número de indivíduos visando atingir a normalidade dos dados. Foi utilizada a estatística de *stress* para medir a representatividade da matriz de similaridade pelo diagrama de ordenação do método de NMDS, onde valores inferiores a 0,2 indicam um ajuste razoável (Clarke & Warwick 2001). A ANOSIM produz uma análise estatística R (Valor de R) que varia entre -1 e +1, onde os valores mais próximos de um indicam uma maior diferença (Clarke & Warwick 2001). Para a interpretação do teste foi utilizado o valor de R global e entre as amostras, e a significância desses valores ($p < 0,05$) para determinar se existem diferenças entre as estações. Após a realização do ANOSIM, foi feita uma Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER) (Clarke & Warwick 2001), com índice de Bray-Curtis, utilizando a porcentagem de dissimilaridade média de cada espécie (contribuição %) como um critério para identificar as espécies que mais contribuíram para a diferença observada (Clarke & Gorley 2001). Estas análises foram executadas através do programa Past 2.12 (Hammer et al. 2001).

Foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) (Ter Braack 1986) para verificar a relação entre as assembléias e as variáveis microclimáticas. Para avaliar o nível de significância ($p < 0,05$), foi empregado um teste de Monte Carlo com 1000 permutações. A análise de CCA foi feita com o uso do programa CANOCO (Ter Braak & Smilauer 2002). Para esta análise, foram utilizadas duas matrizes, uma com a abundância das espécies em cada unidade amostral por ocasião amostral e outra, com as variáveis microclimáticas. Para construção da matriz das variáveis microclimáticas, primeiramente foi feita uma média dos valores referentes às medições por unidade amostral (cinco armadilhas) por ocasião amostral. Posteriormente, foram feitas as seguintes transformações, os valores referentes à temperatura, luminosidade e velocidade do vento foram logaritmizados enquanto os dados de umidade relativa (em porcentagem) foram transformados em arco seno para homogeneização da variância. Para essas análises, as espécies com abundância inferior a cinco indivíduos foram desconsideradas.

Resultados

Das 37 espécies de borboletas frugívoras (3822 indivíduos) analisadas, 33 espécies (89% da riqueza) (2840 indivíduos, 74 % da abundância) foram registradas no primeiro ano do presente estudo.

Comparando os totais acumulados de riqueza por estação, eles variaram de um máximo de 28 espécies no verão a 21 no inverno, por outro lado, a variação de abundância total foi bem maior, 1822 indivíduos no verão e 262 no inverno (Tabela 1). Corroborando as estimativas feitas para a riqueza total (ver artigo 1 dessa Tese), a riqueza estimada por estação também foi superior aos valores observados. A riqueza estimada no verão foi de $36,91 \pm 0$ (Ace) e $34,87 \pm 2,83$ (Jack 1), no outono, 29,34 e $30,88 \pm 2,27$, no inverno, $24,94 \pm 0$ e $27,82 \pm 2,37$ e na primavera, $30,44 \pm 0$ e $29,85 \pm 2,8$. Finalmente, a análise de rarefação não evidenciou diferença significativa entre a riqueza de espécies registrada nas estações (Figura 1).

Todas as estações, em relação à riqueza e abundância de borboletas por estação, por ano de amostragem, com exceção da primavera, apresentaram registros maiores no primeiro ano de amostragem (Tabela 2).

Em relação à representatividade de riqueza e abundância por subfamília, Satyrinae apresentou os maiores valores nas estações do verão, outono e primavera, seguida por Biblidinae, Charaxinae e Nymphalinae enquanto que no inverno Biblidinae foi mais representativa (Figura 2).

Apenas sete espécies tiveram abundância superior a 100 indivíduos, correspondendo a 86% da abundância total, enquanto 17 espécies (47% da riqueza total) foram representadas por menos de dez indivíduos (1% da abundância total) e destas, dez foram *singletons*. O diagrama de Whittaker ilustrou que a estação com o maior número de espécies dominantes (frequência relativa maior do que 10%) foi o verão (cinco espécies), seguido por inverno (quatro), primavera e outono (três cada um) (Figura 3). A distribuição de frequências relativas das espécies no outono foi diferenciada em relação às outras estações pelo maior valor de frequência relativa de *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]), ($fr > 0,35$).

O diagrama de ordenação NMDS não evidenciou um padrão de sazonalidade. Em relação às estações, as amostras de verão foram mais similares entre si, e as de inverno mais distintas (Figura 4). Complementarmente, a análise pareada de similaridade (ANOSIM) (Tabela 3) revelou uma diferença de 16% entre as quatro estações do ano ($Global R = 0,16$; $p < 0,01$) sendo a maior diferença significativa entre verão e inverno e a menor, entre o verão e a primavera. A análise de porcentagem de similaridade (SIMPER) evidenciou uma dissimilaridade de 67% entre todas as estações (Tabela 4). De acordo com esta análise, *P. phronius*, *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer, 1909), *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865), *Moneuptychia soter* (Butler, 1877) e *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) foram as espécies que mais contribuíram para essa diferença.

Em relação à variação temporal da composição das assembleias, dentre as 14 espécies que ocorreram em todas as estações, apenas três, *B. hyperia nectanabis*, *H. epinome*, e *P. phronius*, foram registradas em todos os meses de amostragens. Sete espécies ocorreram em três estações, quatro

espécies em duas estações, e duas espécies, *Blepolenis batea batea* (Hübner, [1821]) e *Morpho epistrophus* (Fabricius, 1796), apenas no verão, sendo que a última somente no segundo ano.

Não houve uma variação acentuada nas médias de temperatura registradas durante as ocasiões amostrais ao longo das estações, principalmente durante o primeiro ano quando variaram entre 23,8°C (outono) e 27,4°C (verão) enquanto em 2011, estiveram entre 18°C (outono) e 26,7°C (verão) (Tabela 5). Ilustrando essa ausência de padrão sazonal, os registros das temperaturas mais elevada e mais baixa ocorreram durante amostragens de inverno, respectivamente no inverno I (32,1°C) e no inverno II (12,7°C) Para a análise de CCA foram utilizadas as três variáveis microclimáticas (temperatura, luminosidade e umidade relativa) com associação significativa em relação às 23 espécies de borboletas analisadas. Esta combinação explicou 19.6% (3.8% primeiro eixo, 2.0% segundo eixo e 13.8% no terceiro eixo) da variação observada na abundância das assembléias de borboletas frugívoras (Figura 5). O primeiro eixo da ordenação foi correlacionado negativamente com a temperatura e a luminosidade e positivamente, com a umidade relativa. O segundo eixo foi positivamente correlacionado com a umidade relativa e, negativamente, com a temperatura e a luminosidade.

De acordo com os dados de precipitação coletados durante o período amostral, o total acumulado em 2010 (2010 mm), foi bastante superior ao acumulado em 2011 (1250 mm). No primeiro ano, o maior valor foi registrado em janeiro (454 mm) e o menor em novembro (42 mm), enquanto no segundo ano, outubro apresentou o maior valor (130 mm) e janeiro, o menor (42 mm) (Figura 6).

Discussão

Este trabalho constatou uma variação temporal na riqueza e abundância da comunidade de borboletas frugívoras no sul do Brasil. O padrão observado de maiores registros nas estações do verão e outono coincide, de modo geral, com outros estudos feitos com a fauna total de borboletas nas regiões central e sudeste do Brasil (Brown 1972, Brown 1992) e também no Rio Grande do Sul (Iserhard 2009; Marchiori 2012). Esses resultados corroboram que a agregação das espécies em alguns meses pode ser uma característica das comunidades de insetos em geral e não uma característica particular de determinados sistemas (Brown 1972; Ribeiro et al. 2010).

A abundância das assembléias estudadas foi fortemente influenciada pela abundância de Satyrinae. Devido a sua alta riqueza e abundância, esta subfamília pode desempenhar um efeito preponderante na estrutura da assembleia (Ribeiro et al. 2012). No presente estudo, mais especificamente, três espécies da tribo Satyrini foram importantes: *P. phronius*, *P. poltys* e *M. soter*, ocupando o primeiro, segundo e quarto lugar, respectivamente, na abundância total. De certa forma isso era esperado, pois todas essas espécies utilizam monocotiledôneas (Poaceae) como plantas hospedeiras de seus imaturos (Beccaloni et al. 2008; Peña & Wahlberg 2008), grupo taxonômico vegetal considerado típico do bioma Pampa (Boldrini 2009) e muito abundante no entorno dos sítios amostrais. Além disso, como as borboletas Satyrini podem utilizar fontes de néctar como alimento

alternativo (DeVries 1987), essa peculiaridade pode favorecer a sobrevivência das populações dessas espécies, comparada com as demais, exclusivamente frugívoras.

Não foi possível esclarecer a influência da retirada dos dados relativos às espécies com identificação duvidosa (ver artigo 1 dessa Tese) sobre o resultado das análises de riqueza e abundância do presente estudo. Nesse sentido, cabe destacar que dentre os Satyrini dos gêneros *Hermeuptychia* Forster e 1964 e *Ypthimoides* Forster, 1964, estava *H. hermes* (Fabricius, 1775), considerada a terceira espécie de borboleta mais abundante no RS (Morais et al. 2007). Na área de estudo, foram amostrados 657 indivíduos de *Hermeuptychia* (que seria equivalente ao terceiro lugar em abundância) e 359 indivíduos de *Ypthimoides* (equivalente ao sexto lugar em abundância). Assim, considerando somente os valores de abundância dessas duas espécies, a abundância total seria incrementada em aproximadamente 27%.

As espécies raras tiveram um papel importante na dinâmica temporal da comunidade no presente estudo, perfazendo quase metade da riqueza total, apesar de não terem sido consideradas em algumas análises. Este padrão também foi registrado para a guilda de borboletas frugívoras tropicais (DeVries et al. 1997, 1999, 2012) assim como também para a fauna total de borboletas tropicais (Pozo 2008) e subtropicais (Iserhard 2009, Marchiori 2012). Acredita-se que essas espécies apresentam exigências microclimáticas e/ou de estrutura da vegetação mais específicas, condicionando possíveis variações mensais ou anuais na sua ocorrência (Brown 1992, Pozo et al. 2008). Além disso, a maioria das espécies raras no presente estudo foram borboletas de tamanho grande, como *B. batea batea* e *M. epistrophus*, as quais dependem de recursos em maior quantidade para o seu desenvolvimento (Ribeiro & Freitas 2011). Esse desenvolvimento, por sua vez, pode ser sincronizado com as plantas hospedeiras, repercutindo talvez num menor período anual de vôo e conseqüentemente, aumentando sua vulnerabilidade às alterações ambientais (Ribeiro & Freitas 2011).

A maioria das espécies estudadas se distribuiu em condições intermediárias de temperatura, umidade relativa e luminosidade. Esses fatores, juntamente com a estrutura da vegetação determinam o micro-habitat das espécies, que por sua vez, pode sofrer influência da ação antrópica (Ribeiro et al. 2008). No presente estudo, aquelas espécies frequentemente encontradas na borda de mata, como *Hamadryas amphinome amphinome* (Linnaeus, 1767), *Eunica eburnea* Fruhstorfer, 1907, *Callicore pygas eucale* (Fruhstorfer, 1916), entre outras, estiveram relacionadas a condições de temperatura e luminosidade mais elevadas e menor umidade. Por outro lado, espécies típicas de interior de mata como *Taygetis ypthima* Hübner, [1821] e *Manataria hercyna hercyna* (Hübner, [1821]), considerada indicadora de ambiente preservado em Mata Atlântica (Brown & Freitas 2000), estiveram associadas a maior umidade e menores temperaturas e luminosidade, sendo assim provavelmente mais sensíveis a mudanças microclimáticas.

A ausência de um padrão sazonal na similaridade das borboletas frugívoras pode ter sido influenciada por diferenças macroclimáticas entre os dois anos amostrais. Assim, cabe destacar que o ano de 2010 esteve sob o efeito de um El Niño fraco (INPE 2013) tendo registrado valores de maior

precipitação enquanto 2011 foi um ano de neutralidade climática (sem efeitos dos fenômenos El Niño ou La Niña). Todavia, esse segundo ano também pode ser considerado atípico, pois registrou precipitação e temperaturas mínimas e máximas abaixo da Normal Climatológica nos meses de julho e agosto, e acima em setembro (Streck et al. 2011). Dessa forma, como as amostragens da primavera de 2011 foram feitas no início de outubro, esse período mais quente e úmido pode ter contribuído para os maiores valores de abundância registrados. Em regiões tropicais, cujas estações secas e chuvosas são bem definidas, essa relação é mais evidente, por exemplo, com um aumento da riqueza e abundância de borboletas frugívoras durante o período chuvoso e diminuição, no período seco (DeVries et al. 1997, 1999, DeVries & Walla 2001, Nobre et al. 2012). No presente estudo, o ano com maior precipitação (ano I) efetivamente apresentou os maiores registros de abundância em geral. Por outro lado, sabe-se que a variação da temperatura, isoladamente, também pode estar associada à sazonalidade da lepidopterofauna no Rio Grande do Sul (Iserhard 2009, Marchiori 2012).

Os resultados deste estudo corroboram a diferenciação temporal da fauna de borboletas frugívoras subtropical, em relação à tropical e temperada. No entanto, não foi evidenciado um padrão sazonal ou diferença significativa entre a riqueza de espécies registrada entre as estações. A abundância total foi principalmente influenciada pela abundância da subfamília Satyrinae. Conforme vem sendo ilustrado em outros trabalhos, as espécies raras também tiveram um papel importante na composição desta comunidade. Localmente, temperatura, umidade relativa e luminosidade foram as variáveis microclimáticas que mais contribuíram na estruturação das assembleias. De acordo com os resultados do presente estudo e com o intuito de otimizar os esforços de amostragem, sugere-se que ela seja maximizada no período de janeiro a março, para que uma amostra representativa da comunidade de borboletas frugívoras da região sul do Brasil seja obtida. Espera-se que esses resultados contribuam para o conhecimento e conservação das espécies de borboletas e de seus ambientes naturais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFF-SVS e colegas do laboratório de Interação Inseto-Planta da UFSM pela ajuda em campo. Aos proprietários das áreas amostrais pela permissão do acesso e apoio logístico. Ao Dr. A.V.L. Freitas e Dra. M. Casagrande, e aos colegas J.P. Santos, M.O. Teixeira e J.M. Bellaver, pela identificação de espécies de borboletas frugívoras. À CAPES e CNPq (Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros /SISBIOTA, processo 563332/2010-7) pelo apoio financeiro.

Referências bibliográficas

BECCALONI, G.W., VILORIA, A.L., HALL, S.K. & ROBINSON, G.S. 2008. Catalogue of The Hostplants of the Neotropical Butterflies, v. 8. The Natural History Museum & Instituto Venezolano de Investigaciones Cientificas, Zaragoza.

- BENCKE, G. A. 2009. Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In: Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade (V.P.P. Pillar, S.C. Müller, Z.M.S. Castilhos & A.V.A.Jacques, eds). MMA, Brasília, p.101-121.
- BOLDRINI, I.I. & LONGHI-WAGNER, H.M. 2011. Poaceae no Rio Grande do Sul. *Cienc. Ambient.* 42: 71-92.
- BOLDRINI, I.I. 2009. A flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade (V.P. PILLAR, S.C. MÜLLER, Z.M.S. CASTILHOS & A.V.A JACQUES, eds.). MMA, Brasília, p.63-77.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. 2007. Portaria MMA nº 9, de 23 de janeiro de 2007. Áreas prioritárias para conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira, atualização. 2. ed. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília. Série Biodiversidade 31.
- BROWN, K.S. 1972. Maximizing daily butterfly counts. *J. Lepid. Soc.* 26(3): 183-196.
- 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.), Unicamp/Fapesp, Campinas, p. 142–186.
- BROWN, K.S. & FREITAS A.V.L. 2000. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Bol. Mus. Biol. Mello Leitão* 11/12: 71-116.
- CLARKE, K. R., GORLEY, R. N. 2001. Primer v. 6: User Manual/Tutorial. PRIMER – E.
- CLARKE, K. R., WARWICK, R. M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2 ed. PRIMER – E. Plymouth, UK, Plymouth Marine Laboratory.
- 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](http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates).
- DEVRIES, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, Princeton.
- DEVRIES, P.J. & WALLA, T.R. 2001. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. *Biol. J. Linn. Soc.* 74(1): 1-15. DOI:10.1006/bijl.2001.0571
- DEVRIES, P.J., WALLA, T.R. & GREENEY, H.F. 1999. Species diversity in spatial and temporal dimensions of a fruit feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. *Biological journal of the Linnean Society* 68(3): 333-353.

- DEVRIES, P.J., MURRAY, D., LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Equadorian rainforest. *Biol. J. Linn. Soc.* 62:343-364.
- DEVRIES, P.J., ALEXANDER, L.G., CHACON, I.A. & FORDYCE, J.A. 2012. Similarity and difference among rainforest fruit-feeding butterfly communities in Central and South America. *J. Anim. Ecol.* (81): 472-482. DOI:10.1111/j.1365-2656.2011.01922.x
- GROTAN, V., LANDE, R., S. ENGEN, BE, SAETHER & P.J. DEVRIES. 2012. Seasonal cycles of species diversity and similarity in a tropical butterfly community. *J. Anim. Ecol.* 81:714-723. DOI: 10.1111/j.1365-2656.2011.01950.x
- 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. *J. Trop. Ecol.* 21: 417-425. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0266467405002361>
- HAMMER, O., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. Paleontological statistics software for education and data analysis - PAST. *Paleontologia Electronica* 4(1): 1-9. <http://folk.uio.no/ohammer/past>
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. INPE. 2013. http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml (último acesso em 05/02/2013)
- ISERHARD, C.A. 2009. Estrutura e composição da assembléia de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em diferentes formações da Floresta Atlântica do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MALUF, J.R.T. 2000. Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul. *Rev. Bras. Agromet.* 8(1):141-150.
- MARCHIORI, J.N.C. 2004. Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos. EST, Porto Alegre.
- MARCHIORI, M.O.O. 2012. Diversidade de borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) em formações de Mata de Restinga e Mata de Araucária no sul do Brasil: sazonalidade, variação na atividade diária e eficiência amostral. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- MEDAN, D., TORRETTA, J.P., HODARA, K., DE LA FUENTE, E.B. & MONTALDO, N.H. 2011. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. *Biodivers. Conserv.* 20: 3077-3100. DOI 10.1007/s10531-011-0118-9

- MORAIS, A.B.B., ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A., MARCHIORI, M.O.O. & SEGUI, R. 2007. Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Cienc. Ambient.* 35(2):29-46.
- MORENO, J.A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 42p.
- MÜLLER FILHO, I. L. 1970. *Notas para o Estudo da Geomorfologia do Rio Grande do Sul*. UFSM, Santa Maria.
- NOBRE, C.E.B., IANNUZZI, L., SCHLINDWEIN, C. 2012. Seasonality of fruit-feeding butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid area. *ISRN Zoology*. DOI: 10.5402/2012/268159.
- OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., FIDELIS, A., PFADENHAUER, J., PILLAR, V.D., BLANCO, C.C., BOLDRINI, I.I., BOTH, R. & FORNECK, E.D. 2007. Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst.* 9(2):101-116.
- PEÑA, C. & WAHLBERG, N. 2008. Prehistorical climate change increased diversification of a group of butterflies. *Biology Lett.* 4: 274-278. DOI:10.1098/rsbl.2008.0062
- 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. *Fla. Entomol.* 91: 407-422.
- RIBEIRO, D.B. & FREITAS, A.V.L. 2011. Large-sized insects show stronger seasonality than small-sized ones: a case study of fruit-feeding butterflies. *Biol. J. Linn. Soc.* 104: 820-827. DOI: 10.1111/j.1095-8312.2011.01771.
- RIBEIRO, D. B., BATISTA, R. , PRADO, P.I. , BROWN, K.S. FREITAS, A.V.L. 2012. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. *Biodivers. Conserv.* (21): 811-827. DOI: 10.1007/s10531-011-0222-x
- RIBEIRO, D. B., PRADO, P. I., BROWNR, K. S. & FREITAS, A. V. L. 2008. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. *Divers. Distrib.* (14): 961-968. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00505.x
- RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2010. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. *Biotropica.* 42(6): 710-716. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2010.00648.x
- RIGHI, E. & ROBAINA, L.E.S. 2007. Unidades litológicas: bacias hidrográficas dos arroios Jaguarí Mirim, Inhadiju e Piquiri no oeste do RS. *Cienc. Nat.* 29 (2): 157–172.

- ROESCH, L.F.W., VIEIRA, F.C.B., PEREIRA, V.A., SCHÜNEMANN, A.L., TEIXEIRA, I.F., SENNA, A.J.T. & STEFENON, V.M. 2009. The Brazilian Pampa: A Fragile Biome. *Diversity* 1(2): 182-198.
- SANTOS J.P., ISERHARD C.A., TEIXEIRA M.O. & ROMANOWSKI H.P. 2011. Fruit-feeding butterflies guide of subtropical Atlantic Forest and Araucaria Moist Forest in State of Rio Grande do Sul, Brazil. *Biota Neotrop.* 11(3): 253-274. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000300022>.
- SILVA N.A.P., FRIZZAS M.R., OLIVEIRA, C.M. 2011 Seasonality in insect abundance in the “Cerrado” of Goiás State, Brazil. *Rev. Bras. Entomol.* 55: 79–87.
- STRECK, N.A., UHLMANN, L.O., GABRIEL, L.F. & SILVA, S.D. 2011. Interpretação agrometeorológica da previsão climática para a primavera/verão 2011/12 e seus possíveis impactos sobre as culturas agrícolas no Rio Grande do Sul. *Cienc. Nat. Edição Suplementar*: 355-358.
- SUERTEGARAY, D.M.A., GUASSELLI, L.A. & VERDUM, R. 2001. Atlas da arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre.
- 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, Ithaca.
- TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical Correspondence Analysis: A new eigenfactor technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67:1167-1179.
- UEHARA-PRADO M., FERNANDES J.O., BELLO A.M., MACHADO G., SANTOS A.J., VAZ-DE-MELLO F.Z., FREITAS, A.V.L. 2009. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: a first approach in the Brazilian Atlantic Forest. *Biol. Conserv.* 142:1220–1228. DOI:10.1016/j.biocon.2009.01.008
- WAHLBERG, N., LENEVEU, J., KODANDARAMAIAH, U., PEÑA, C., NYLIN, S., FREITAS, A.V.L. & BROWER, A.V.Z. 2009. Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. *Proc. R. Soc. B.* 276:4295-4302.
- WOLDA H. & FISK F.W. 1981. Seasonality of tropical insects. II. Blattaria in Panama. *J. Anim. Ecol.* 50:827–838
- WOLDA, H. 1992. Trends in abundance of tropical forest insects. *Oecologia* 89 47–52.
- WOLDA, H. 1988. Insect seasonality: Why? *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 19: 118
- WOLDA, H. 1989. Seasonal cues in tropical organisms. Rainfall? Not necessarily! *Oecologia* 80: 437-442.

Legenda das Tabelas

Tabela 1. Riqueza (S) e abundância (N) total das espécies de borboletas frugívoras registradas por estação do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, em nove sítios amostrais, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Tabela 2: Riqueza (S) e abundância (N) das espécies de borboletas frugívoras em cada estação do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, em nove sítios amostrais, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Tabela 3. Comparação pareada da Análise de Similaridade (ANOSIM), utilizando o índice de similaridade Morisita, para as assembleias de borboletas frugívoras registradas ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *p*: significância do teste; NS: não-significativo.

Tabela 4. Análise de porcentagem de similaridade (SIMPER), utilizando o índice de similaridade Bray-Curtis, com os táxons de borboletas frugívoras que apresentaram as maiores contribuições para a diferenciação observada entre as estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Tabela 5. Amplitude das variáveis microclimáticas de Temperatura (T - °C), Vento (V – km/h), Luminosidade (L - lx) e Umidade Relativa (UR - %), ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. Médias= média de todos os valores registrados ao longo de todo período amostral. Mínimas= menor valor registrado ao longo de todo período amostral; Máximas= maior valor registrado ao longo de todo período amostral.

Tabela 1.

	Verão	Outono	Inverno	Primavera
S	28	25	21	23
N	1822	1254	262	484

Tabela 2.

	Verão I	Outono I	Inverno I	Primavera I	Verão II	Outono II	Inverno II	Primavera II
S	25	24	21	17	20	11	5	19
N	1315	1151	226	148	507	103	36	336

Tabela 3.

Estações	R	P
Verão x Inverno	0,29	<0,01
Outono x Primavera	0,26	0,02
Verão x Primavera	0,21	0,03
Outono x Inverno	0,13	NS
Inverno x Primavera	0,04	NS
Verão x Outono	0,04	NS

Tabela 4.

Espécies	Contribuição %	Abundância Média							
		Verão I	Outono I	Inverno I	Primavera I	Verão II	Outono II	Inverno II	Primavera II
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, 1824)	13	177	398	41	12	91	27	13	82
<i>Biblis hyperia nectanabis</i> (Fruhstorfer, 1909)	12	181	164	32	24	182	38	0	77
<i>Paryphthimoides polys</i> (Prittwitz, 1865)	10	266	312	13	1	24	6	1	9
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	7	149	101	1	1	100	22	0	31
<i>Hamadryas epinome</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	7	207	21	18	48	27	4	12	58

Tabela 5.

	Verão I	Outono I	Inverno I	Primavera I	Verão II	Outono II	Inverno II	Primavera II
T Média	27.4	23.8	24.4	25.2	26.7	18.0	22.7	25.3
V Média	1.8	0.4	0.6	0.9	0.3	1.1	1.4	0.6
L Média	2478.6	2370.6	2526.0	2108.7	1631.4	1547.6	2014.2	2137.4
UR Média	65.7	54.8	55.7	51.0	70.1	69.4	56.1	58.5
T Mínima	23	19,6	18,1	22,6	22,5	13,1	12,7	20,6
T Máxima	30,5	30,6	32,1	27,6	31,1	22,3	28,6	33,3
UR Mínima	56,1	37,7	40,0	35,2	52,52	59,5	30,1	45,9
UR Máxima	77,8	78,4	71,7	60,9	81,5	76,5	77,9	64,9

Legenda das Figuras

Figura 1. Rarefação baseada em indivíduos para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras registrada ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 2. Riqueza de espécies (a) e abundância (b) das subfamílias de borboletas frugívoras registradas ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro-oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 3. Diagrama de Whittaker com a frequência relativa das espécies de borboletas frugívoras registrada ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil.

Figura 4. Projeção bidimensional do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS) para as estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. I: 2010; II: 2011. *Stress*: 0,2.

Figura 5. Diagrama de ordenação da Análise de Correspondência Canônica (CCA) da relação das assembleias de borboletas frugívoras com os fatores ambientais, ao longo das estações do ano, entre janeiro de 2010 e novembro de 2011, no centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil. a) Estações b) : Espécies e variáveis ambientais. Ver: Verão; Out: Outono; Inv: Inverno; Pri: Primavera. T: Temperatura; L: Luminosidade; UR: Umidade relativa (%). Triângulos: pontos ótimos de ocorrência das espécies. A nomenclatura das espécies encontra-se no artigo 1 dessa Tese.

Figura 6. Precipitação mensal (a) e sazonal (b) registrada nos anos de 2010 e 2011 em São Vicente do Sul, RS, Brasil. Fonte: Estação Meteorológica do Instituto Federal Farroupilha, Campus São Vicente do Sul.

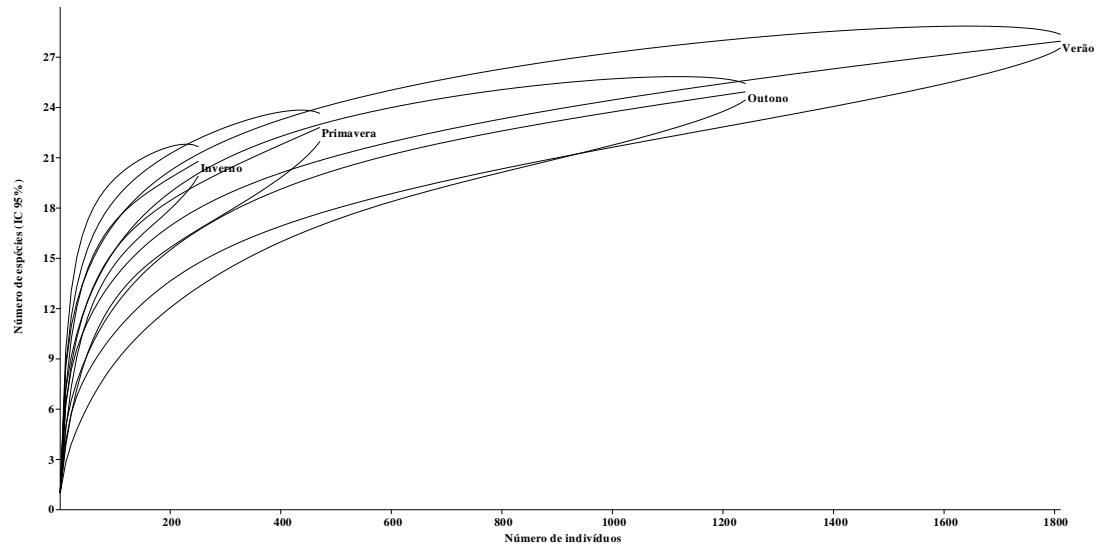
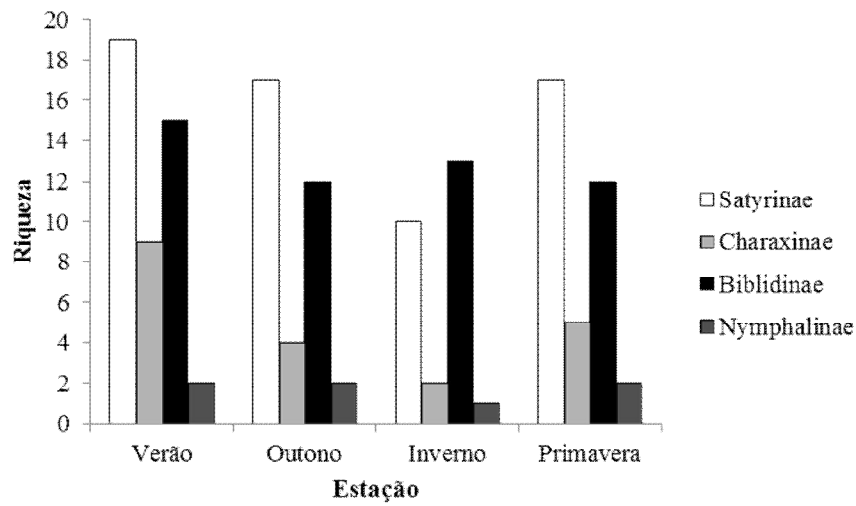


Figura 1.

a)



b)

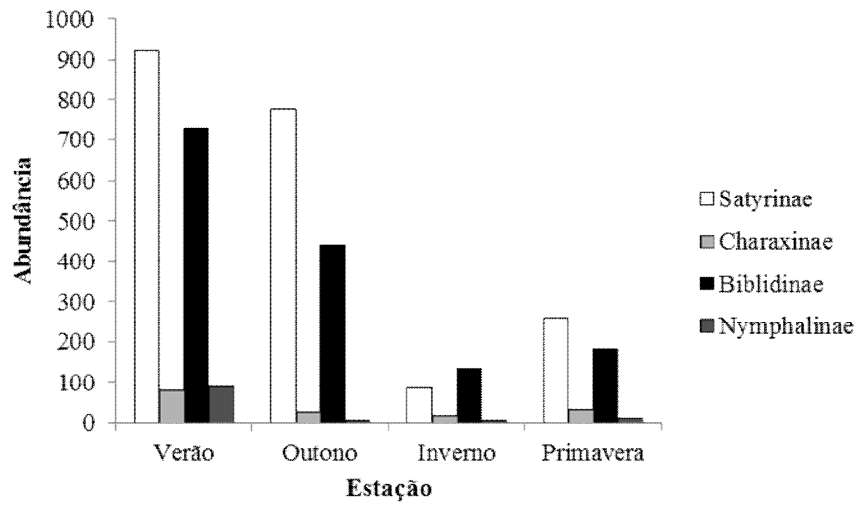


Figura 2.

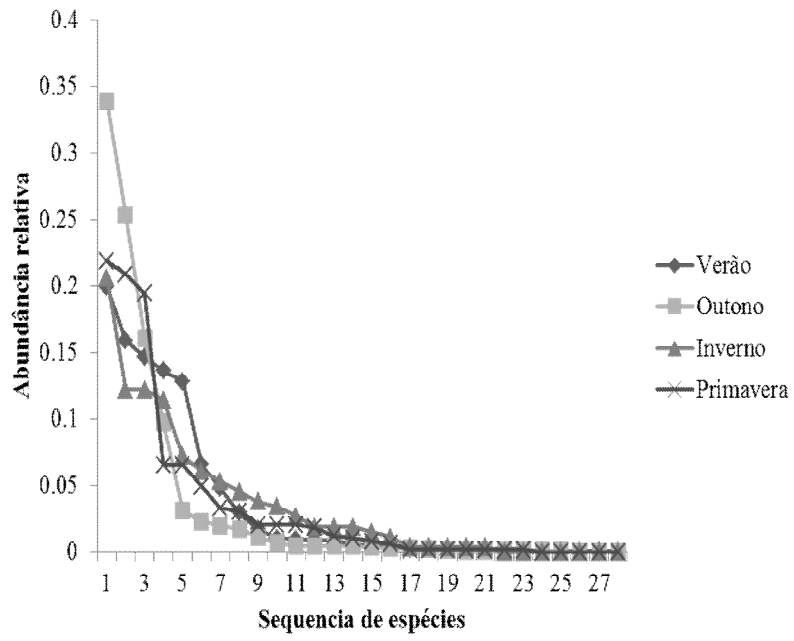


Figura 3.

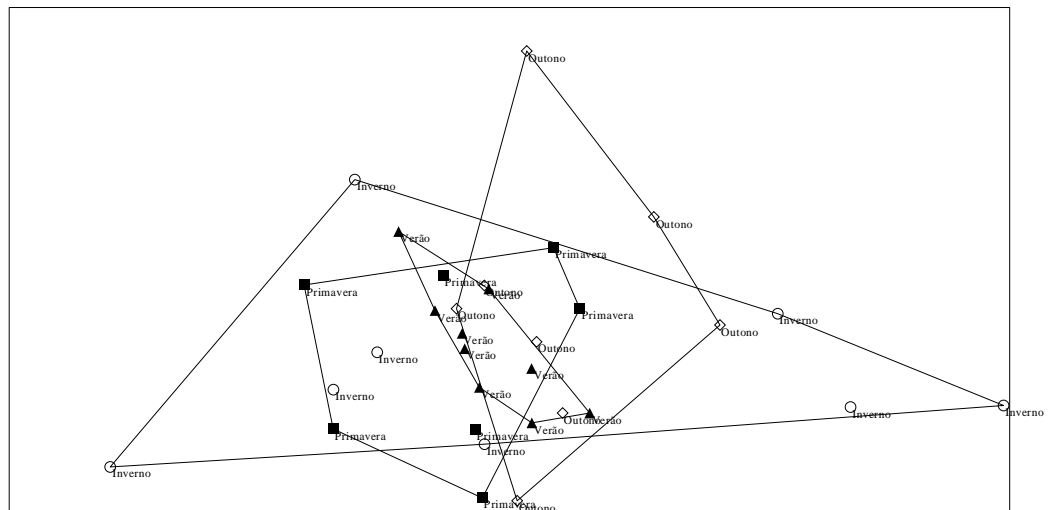


Figura 4.

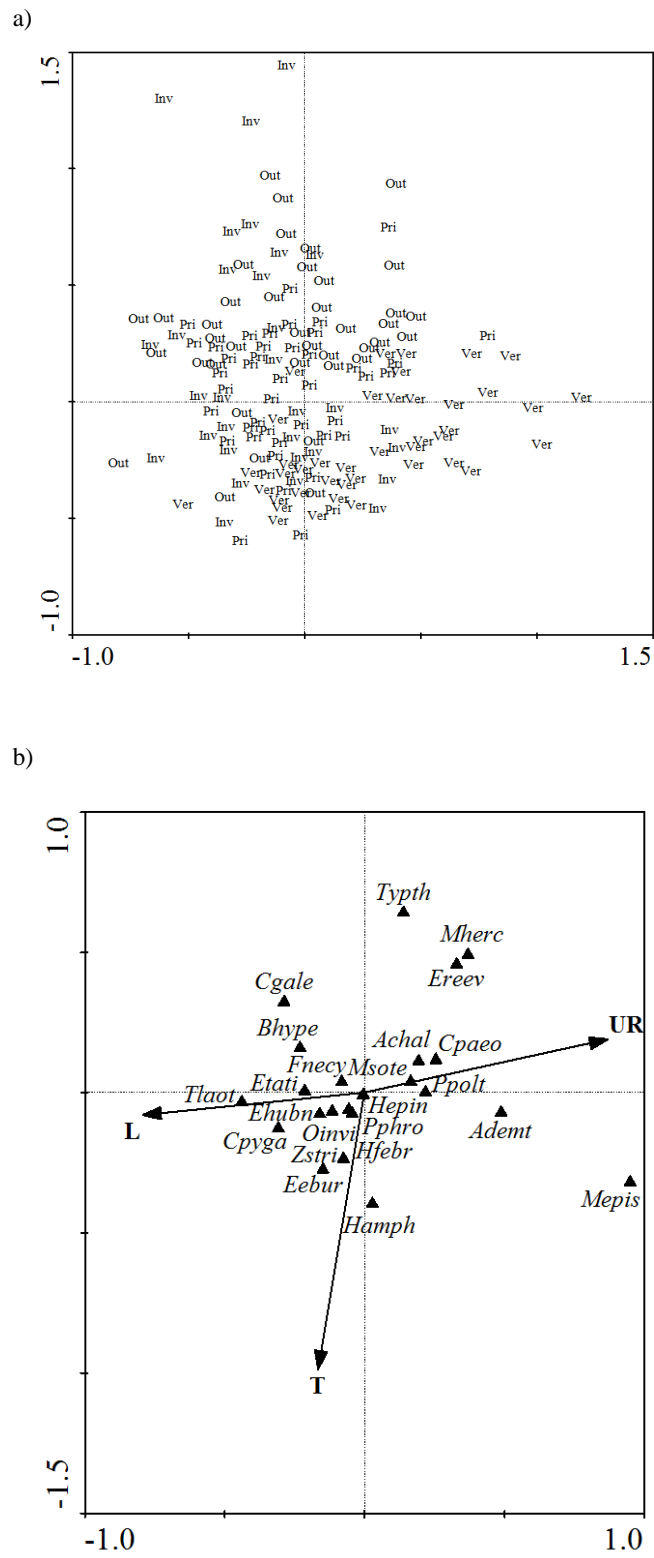


Figura 5.

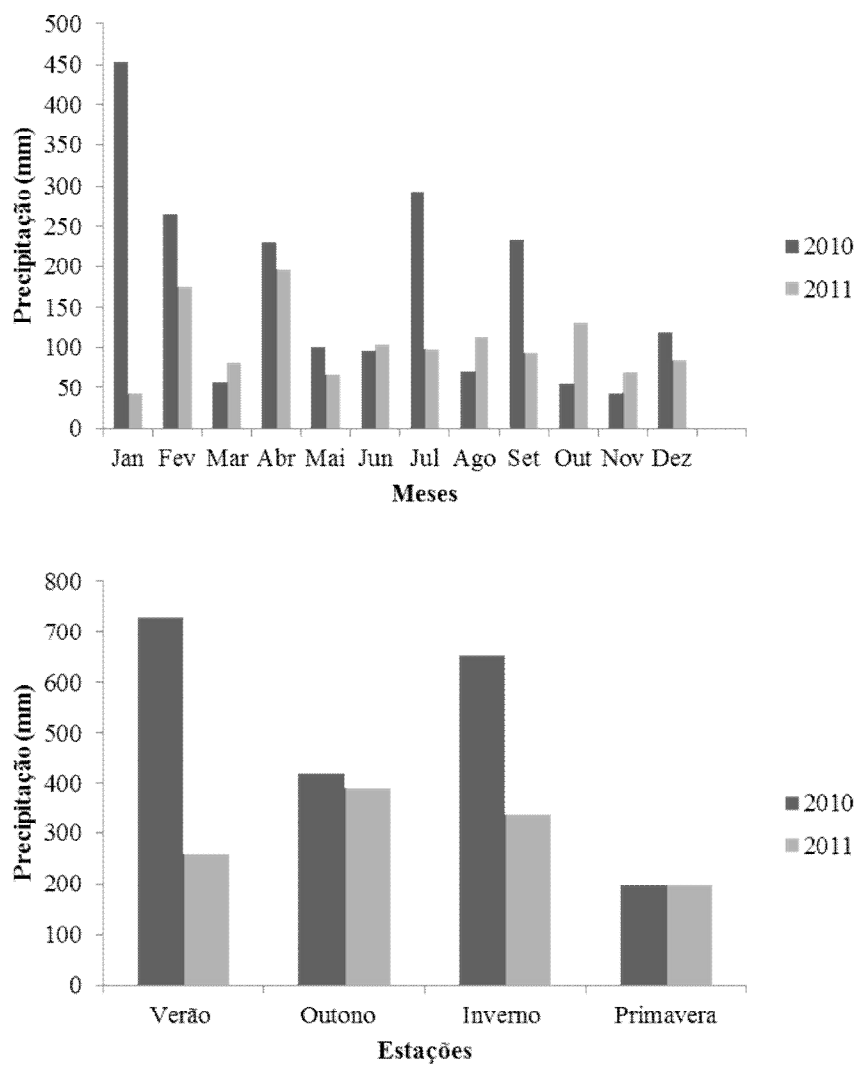


Figura 6.

ARTIGO 3

Manuscrito publicado na Revista Ecological Research

**Distribution of Satyrini (Lepidoptera, Nymphalidae) in Rio Grande do Sul State,
Southern Brazil**

Ana Luiza Gomes PAZ^{1,2,*}

Helena Piccoli ROMANOWSKI³

Ana Beatriz Barros de MORAIS¹

¹Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Faixa de Camobi, km 9, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

²Instituto Federal Farroupilha Campus São Vicente do Sul, Rua 20 de Setembro s/n, 97420-000, São Vicente do Sul, RS, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, prédio 43435, sala 229, 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil.

* Corresponding author: A.L.G. Paz, E-mail: ana.paz@svs.iffarroupilha.edu.br

Telephone: (55)32574160 Fax number: (55)32571263

Abstract

Knowledge of species distribution is important for effective conservation measures. Considering that habitat features and abiotic factors can influence local community structure of butterflies, this study aimed to verify the existence of a pattern in the distribution of Satyrini in southern Brazil. For this objective, we updated the regional Satyrini species list based on field studies and literature, resulting in a total of 54 species. For those studies that presented clearly defined sampling sites, we analysed the faunal similarity by site and by phytoecological region and verified the influences of environmental (altitude, average annual temperature and precipitation, and phytoecological region) and spatial variables (PCNM) in species distribution. We analysed 156 records of 40 species at 14 sites and eight phytoecological regions. Environmental variables – namely, differences in temperature and phytoecological region - and spatial position proved to effect the distribution of Satyrini in southern Brazil. We thus urge that the future Conservation Units should be well spaced and properly distributed through environmentally distinct units in the landscape, representing different phytoecological regions. These conclusions shall provide subsidies to biodiversity conservation.

Keywords: butterflies, Pampa biome, Satyrinae, similarity.

Introduction

Species respond in different ways to the environment and knowledge of their distribution is crucial for understanding the dynamics of biological communities (Walla et al. 2004). Thus, knowledge of beta diversity, which is the variation in species composition among sites in a geographical area (Whittaker 1972), is important for effective conservation measures (Blackburn and Gaston 1996; Legendre et al. 2005; Ribeiro et al. 2008; Ribeiro et al. 2012). The beta diversity may be influenced by random processes or environmental factors, or both, in different proportions (Legendre et al. 2005). Generally, species similarity between sites has a negative relationship with geographic distance (Whittaker 1972) because neighboring sites tend to have more similar environmental conditions (Legendre 1993), and also because of the influence of configuration and context of habitat on the dispersion of species (Nekola and White 1999; Soininen et al. 2007). If beta diversity is influenced by environmental factors, careful studies are important for defining the spatial organization that protect the greater number of species possible (Bridgewater et al. 2004; Legendre et al. 2005).

The Rio Grande do Sul State (RS), in southern Brazil, comprises two biomes: Atlantic Forest, in the north, and Pampa, in the south of the State (IBGE 2004). The Atlantic Forest biome has a high environmental heterogeneity (Ribeiro et al. 2009) and in southern Brazil comprises a complex set of phytophysiognomies with few remaining forest fragments (Leite 2002), and also includes important grassland formations (Overbeck et al. 2007; Boldrini 2009). Despite being considered one of the world's biodiversity "hotspots", there remains only 7.39% of its original formation in the RS State (SOSMA/INPE 2008). The Pampa biome in Brazil is represented only in the RS State and covers approximately 63% of its territory (IBGE 2004). Currently, approximately 50% of the area is being used for agriculture, livestock and forestry activities, resulting in great biodiversity loss (Overbeck et al. 2007; Roesch et al. 2009). On the other hand, information on native wildlife and the current state of conservation of the biome are scarce, making it difficult to identify priority areas that deserve to be preserved (Morais et al. 2007; Santos et al. 2008; Roesch et al. 2009).

The tribe Satyrini comprises 80% of the species of the subfamily Satyrinae (Nymphalidae), which contains approximately 2200 species (Peña and Wahlberg 2008; Marín et al. 2011). The Satyrini caterpillars feed mostly on grasses (Poaceae) and the adults feed on fermented fruit, nectar, plant sap and animal excrement (DeVries 1987; Freitas and Brown 2004; Beccaloni et al. 2008; Peña and Wahlberg 2008). The adult butterflies of this tribe usually have pale or brown colors and there are many studies including taxonomic (Peña and Lamas 2005; Pyrcz and Fratello 2005; Pyrcz et al. 2006; Freitas et al. 2011), systematic (Peña et al. 2006; Marín et al. 2011) and diversity aspects (Pyrcz and Rodríguez 2007; Pyrcz et al. 2011; Pyrcz and Garlacz 2012) of some species, tribes or sub-tribes in the Neotropical region.

The richness of Satyrini in Brazil has not been completely determined, and new species have recently been described (Freitas et al. 2011). In RS State, the majority of studies on the group were inventories of the total fauna of butterflies and descriptions of lists of associated host plants (Silva et al. 1968; Biezanko et al. 1974). Teston and Corseuil (2008) compiled 48 species of this tribe from data sourced from literature reviews, field sampling, and examinations of collections and museum specimens. A more recent research review of southern South America cited two Satyrini, *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775) and *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]), among the most abundant and commonly found butterfly species in fields and pastures of the RS State (Morais et al. 2007). The same authors highlight two other characteristic species of preserved environments: *Pampasatyrus periphias* (Godart, [1824]) and *P. ocelloides* (Schaus, 1902).

Given that the habitat features and abiotic factors can influence local structure of butterfly communities (Brown and Freitas 2000a, 2000b; Ribeiro et al. 2008, 2012; Dover and Settele 2009), this study aimed to verify the existence of a pattern in the Satyrini distribution in the RS State. The influences of environmental and spatial variables were tested. For this purpose, we used a database assembled from literature and field sampling.

Material and Methods

Satyrini Database

Due to the need to standardize data for statistical analyses, we could not use records from some older inventories conducted in the RS State. We reviewed all studies cited in Teston and Corseuil (2008), and later works that used entomological net as the sampling methodology and identified individuals to species level (Giovenardi et al. 2008; Paz et al. 2008; Sackis and Morais 2008; Bonfanti et al. 2009; Iserhard et al. 2010; Ritter et al. 2011; Rosa et al. 2011; Paz et al. 2012, unpublished data). We updated the taxonomy following Lamas (2004) and Wahlberg et al. (2009).

The database sites (Fig. 1) and their respective biome and phytoecological regional classifications, as well as abiotic variables and sampling efforts (net-hour), are listed in Appendix 1. The classification of phytoecological regions followed Cordeiro and Hasenack (2009). Abiotic data covering average annual temperature and precipitation (Maluf 2000), altitude, latitude and longitude (UTM) were obtained for each site.

Statistical analysis

For the statistical analyses, we used only those studies which had sampling sites that were clearly defined and a richness of at least five species (Romanowski et al. 2001, unpublished data; Krüger and Silva 2003; Iserhard and Romanowski 2004; Marchiori and Romanowski 2006a; b; Dessuy and Morais 2007; Giovenardi et al. 2008; Paz et al. 2008; Sackis and Morais 2008; Bonfanti et al. 2009; Iserhard et al. 2010; Ritter et al. 2011). This generated a difference between the number of species effectively used in the analyses and the general list of species. To test the differences of total sampling efforts between biomes we run a test of equal or given proportions with R package QuikPCNM v.7.7.1. We also accessed whether there was association between sampling effort and species richness (Spearman correlation). To test whether the distribution of species was different from chance, the null model SIM 2 was applied (fixed lines and equiprobable columns), with 5000 simulated null communities by sequential replacement using the program ECOSIM (Gotelli and Entsminger 2003, 2011).

The Jaccard Index, using data of presence and absence of species, was calculated for analyses of butterfly fauna similarities, between sites and between phytoecological regions. Thereafter, for the characterization of these similarities, we made an agglomerative classification analysis (Unweighted Pair-Group Method - UPGM) combining the fauna by sites and also by phytoecological region. UPGM clustering has high stability and maximizes the cophenetic correlation coefficient (Rohlf and Sokal 1981). These procedures were made with NTSYSpc 2.10s software (Rohlf 2000).

The Canonical Correspondence Analyses (CCA) were used to assess whether the species composition of sites was related to spatial position (using principal coordinates of neighbor matrices PCNM - Borcard and Legendre 2002) or to environmental characteristics (altitude, average annual temperature and precipitation, all log-transformed, and phytoecological region). We used the R package QuikPCNM v.7.7.1 to create the spatial PCNM axes for this analysis (truncate value: 173647.5).

To determine how much environmental variables affected community composition after removing the effect of spatial variables, a partial CCA (pCCA) (Økland 2003) was performed. Based on the CCA results, those significant spatial predictors were then used as covariables in a pCCA. We run variance partitioning (Borcard et al. 1992) to quantify the proportion of the variation in the species distribution explained by variation in the environmental and spatial explanatory variables. We recorded the proportion of variation explained in pCCA analyses by either the significant spatial (PCNM) or significant environmental variables or both simultaneously. The statistical significances were obtained by Monte Carlo permutations tests (999 permutations). For these analyses we used the software CANOCO 4.5 (Ter Braak and Smilauer 2002).

Results

We compiled 54 species of Satyrini butterflies for RS State based on the literature review. Further to the 48 species listed by Teston and Corseuil (2008), six species were added: *Euptychoides castrensis* (Schaus, 1902), *Ypthimoides viviana* (Romieux, 1927) and *Prenda clarissa* (Freitas & Mielke, 2011), recorded in

Araucaria forest and preserved altitudinal grasslands (Iserhard et al. 2010). *Pareuptychia summandosa* (Gosse, 1880) and *Taygetis laches marginata* Staudinger, [1887] were recorded in forest fragments of native and disturbed vegetation (Giovenardi et al. 2008). *Taydebis peculiaris* (Butler, 1874) occurred on a University campus, with a prevalence of grassland phytophysiognomy under strong anthropogenic influence (Sackis and Morais 2008).

Studies with clearly defined sampling sites resulted in 156 records, divided into 40 species and 19 genera of the tribe Satyrini on 14 sampling sites (Table 1), which were in fact used in the statistical analyses of the present study. Comparing the richness of Satyrini between biomes, 35 species were registered in Atlantic Forest (14 exclusively there) and 21 in Pampa (four exclusively), and 21 species were present in both biomes. There was no difference between total sampling efforts between biomes ($p=0.93$) nor were there any correlations between sampling effort and species richness either for the sites in the Pampa ($r_s=0.35$; $p=0.49$) or in the Atlantic Forest ($r_s=0.60$; $p=0.23$). The distribution of Satyrini butterflies in the RS State differed from a random distribution (V-ratio: observed average: 4.34, simulated average: 1.00, $p < 0.01$).

The sites belonging to phytoecological forest formations were the richest and registered the higher number of exclusively registered species. São Francisco de Paula (SFP) ($S = 20$) and Frederico Westphalen (FW) ($S = 19$) contained the highest recorded values of richness (Table 1). Nineteen species (48%) were registered at only one site (Table 1). The highest number of exclusive species occurred in SFP (six species), followed by Parque Estadual do Turvo (PET) (four species), FW and Pelotas (PEL) (three species each), and Santa Maria (SM), Parque Estadual de Itapuã (PEI) and Soledade (SOL) each hosted one exclusive species. Regarding species composition, *Hermeuptychia hermes* (Fabricius, 1775) occurred at all sites, *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) and *P. phronius* at 13 sites and *Yphthimoides celmis* (Godart, [1824]) at 11 sites (Table 1).

According to the similarity analysis, São Francisco de Assis (SFA) and Jaguarí (JGR) had the most similar fauna (Jaccard Index 0.86), while the lowest

similarity was recorded among SFP and Parque Estadual do Espinilho (PEE) and SFP and São Vicente do Sul (SVS) (Jaccard index 0.14 for both pairs) (Fig. 2). The cluster analysis for the butterfly fauna of the phytoecological regions generated two large groups with a similarity above 35%. One contained species groups associated to formations prevalent in the Pampa biome (steppe, steppe-savannah and semi deciduous forest), and the other contained the species associated to pioneer formations (typical of the coast), areas of ecological tension (transition between the two biomes), and others prevailing in the Atlantic Forest (deciduous forest, tropical rain forest and araucaria forest) (Fig. 3).

The pCCA analyses showed that temperature and phytoecological regions did influence the distribution of Satyrini species. The first axis was positively correlated with pioneer formation (PF) and temperature (T) but was negatively correlated with deciduous forest (D). The second axis was strongly negative correlated with T and positively correlated with PF (Table 2; Figure 4).

Geographic distance also affected Satyrini distribution. According to variance partitioning, environment alone explained 31.5% of the total variation, space explained 27.6% and 31.1% could not be explained (Table 3).

Discussion

Satyrini species occurring in the study areas

The number of Satyrini species recorded in RS State probably is below the actual richness of this group due to the heterogeneity of objectives and sampling efforts of the previous studies considered here. We also detected a distribution pattern already reported in review studies of butterflies and other animal groups in southern Brazil (Cáceres et al. 2007; Carneiro et al. 2008; Ferro et al. 2010), where most of the field studies were conducted near large urban centers, universities, or protected areas, probably due to the concentration of researchers and the easiness of access.

Concerning biome richness, a total of 35 Satyrini species in the Atlantic Forest is lower than the number found in lists from nearby sites, respectively, Paraná State in southern Brazil (44 species) (Dolibaina et al. 2011) and Misiones in northern

Argentina (39 species) (Núñez Bustos 2008). In the Pampa biome, however, the inventories are scarcer but our results (21 species) are higher than in Uruguay (12 species) (Bentancur-Viglione 2009) and Buenos Aires province in Argentina (9 species) (Canals 2000).

The cluster analysis showed that both Satyrini fauna of PET and SFP were distinct groups and there are two different possible explanations for these results. PET is the largest deciduous forest fragment preserved in the RS State (Irgang 1980) and, although not completely sampled yet, may harbor an important butterfly fauna as observed for Arctiidae moths in forest phytoecological formations in the Atlantic Forest biome (Ferro and Teston 2009). SFP, on the other hand, was the site that presented the higher spatial complexity, with grasslands, silviculture and native forest environments, and that probably favored the increase of richness and singularity of its butterfly fauna. Similar results were described for Brazilian beetles (Marinoni and Ganho 2006), Canadian butterflies (Niell et al. 2007) and Brazilian Arctiidae moths (Ferro and Romanowski 2012).

Factors affecting Satyrini distribution

Environmental heterogeneity might have influenced the group division in cluster analyses. Thus, sites as araucaria forest (A) and areas of ecological tension (ET) were grouped separately from those with a predominance of grasslands vegetation, possibly reflecting differences in the composition and structure of vegetation (Ferro and Melo 2011; Ferro and Romanowski 2012) as well as ecotone environments. The butterfly fauna of the mainly grassland formations (steppe and steppe-savannah, 70% similarity) were differentiated from all the other phytoecological formations and could have been influenced by the geographical proximity among sites.

The pCCA analysis demonstrated that temperature, pioneer formations and deciduous forest were the environmental variables more important to determine Satyrini assemblage distribution in southern Brazil. The effects of temperature in butterfly species distribution are acknowledged (Pollard 1988; White and Kerr 2006), and may affect their physiological tolerance limits, fitness, food resources or suitable

habitats (White and Kerr 2006). In fact, few species were associated to low temperatures in the site with higher altitude (SFP), and the majority of species, including those more frequent, occurred at intermediary temperature sites. Regarding the other environmental variables, pioneer formations was represented exclusively in one site (PEL) and that might be associated to its high positively correlation with the first ordination axis. On the other side, deciduous forest formations could be associated to distinct productivity regimes and land cover that may affect butterfly fauna composition in space (Andrew et al. 2011), by altering the distribution of food resources for adults (Mac Nally et al. 2004) among other factors.

The variation partitioning evidenced that the environmental features and the spatial configuration both play a major role in the distribution of Satyrini species in RS State. A similar pattern is reported by Andrew et al. (2011) in that environmental distance and spatial distance are important in determining species richness and beta diversity of butterfly communities in Canada. Studies with Arctiidae moths in Brazilian Cerrado and southern Atlantic Forest also demonstrated this pattern (Ferro and Diniz 2007; Ferro and Romanowski 2012).

Implications for conservation

In spite of the efforts developed so far, the knowledge on southern Brazilian biodiversity is still deserves more attention. The biology of most species is unknown and, particularly in the Pampa biome, many areas are inadequately inventoried and scarcely represented by Conservation Units (Morais et al. 2007; Bencke 2009). Knowledge of local Satyrini composition, a group containing species which are sensitive to disturbances (Brown and Freitas 2000a), could help to indicate intact systems, giving support for their conservation. At least some species of Satyrini seem to be intimately associated with well preserved environments in the systems here studied. Thus, these butterflies could be a useful tool in their conservation and management due to their occurrence.

Our results evidenced that Satyrini species were not randomly distributed. Environmental variables – namely, differences in temperature and phytoecological region - and spatial position proved to effect the distribution of Satyrini in southern

Brazil. Also, species biome restricted or which were registered only from one well preserved locality, such as *Zischkaia pacarus* (Godart, [1824]) and *Ypthimoides renata* (Stoll, 1780) or like *Prenda clarissa*, *Pampasatyrus quies* (Berg, 1867) and *P. reticulata* (Weymer, 1907) restricted to well preserved fields (Romanowski et al. 2009; Freitas et al. 2011), may be very useful as indicators of environmental health and good subsidies to biodiversity conservation. We thus urge that the future Conservation Units should be well spaced and properly distributed through environmentally distinct units in the landscape, representing different phytoecological regions.

Acknowledgments

To the owners of the properties where the field samplings were conducted for their access permission and logistical support. To the undergraduate Biological Sciences students of IFF - SVS, in particular, D.V. Valente, G.O. Silveira and L.R. Teixeira, for their help in field work. To Drs. T.G. Santos and M.R. Spies for their assistance in statistical analyses. To CAPES and CNPq (project “National Network for Research and Conservation of Lepidoptera/SISBIOTA-Brazil, process 563332/2010-7) for the financial support, and IBAMA for providing license of collection (number 22328-1).

References

- Andrew ME, Wulder MA Coops, NC (2011) How do butterflies define ecosystems? A comparison of ecological regionalization schemes. *Biol Conserv* 144(5):1409-1418. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2011.01.010>
- Beccaloni GW, Vilorio AL, Hall SK, Robinson GS (2008) Catalogue of the hostplants of the neotropical butterflies. S.E.A. RIBES, CYTED, The Natural History Museum & IVIC, Monografias Tercer Milenio, Zaragoza.
- Bencke GA (2009) Diversidade e conservação da fauna dos Campos do Sul do Brasil. In: Pillar VPP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVA (eds) *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brazil, pp 101-121

- Betancur-Viglione MG (2009) Lista de los Papilionoidea y Hesperioidea del Uruguay (Insecta: Lepidoptera) SHILAP Revta Lepidopt 37(145): 23-40. <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=45512048003>> [accessed on: 2012-05-08]
- Biezanko, CM, Ruffinelli A, Link D (1974) Plantas y otras sustancias alimenticias de las orugas de los lepidopteros uruguayos. Rev Cen Ciênc Rur 4(2): 107–148
- Blackburn TM, Gaston. KJ (1996) The distribution of bird species in the New World: patterns in species turnover. Oikos 77: 146-152
- Boldrini II (2009) A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar VPP, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVA (eds) Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade. Ministério do Meio Ambiente, Brazil, pp 63–77
- Bonfanti D, Di-Mare RA, Giovenardi R (2009) Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from two forest fragments in northern Rio Grande do Sul, Brazil. Check List 5(4): 819–829. DOI <http://www.doaj.org/doaj?func=openurl&genre=article&issn=1809127X&date=2009&volume=5&issue=4&spage=819>
- Borcard D, Legendre P (2002) All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. Ecol Modell 153:51-68. DOI [http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800\(01\)00501-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0304-3800(01)00501-4)
- Borcard D, Legendre P, Drapeau P (1992) Partialling out the spatial component of ecological variation. Ecology 73:1045-1055
- Bridgewater S, Ratter JA, Ribeiro JF (2004) Biogeographic patterns, B-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. Biodivers Conserv 13: 2295–2318. DOI 10.1023/B:BIOC.0000047903.37608.4c

- Brown KS Jr, Freitas AVL (2000a) Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32: 934–956 DOI 10.1111/j.1744-7429.2000.tb00631.x
- Brown KS Jr, Freitas AVL (2000b) Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. *Bol Mus Biol Mello Leitão* 11/12: 71–118
- Cáceres NC, Cherem JJ, Graipel ME (2007) Distribuição geográfica de mamíferos terrestres na Região Sul do Brasil. *Ciênc Amb* 35: 167–180
- Canals G. R. 2000. Mariposas bonaerenses. L.O.L.A., Buenos Aires.
- Carneiro ES, Mielke OHH, Casagrande MM (2008) Inventário de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. *Nat. & Conserv.* 6(2): 68-90.
<http://internet.boticario.com.br/Internet/staticFiles/Fundacao/pdf/ARTIGOS_N_C12/11N&C_V6_N2_SANTOS_PORT.pdf. > [accessed on: 2011-05-02]
- Cordeiro JLP, Hasenack H (2009) Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar VD, Müller SC, Castilhos ZMS, Jacques AVA (eds) *Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade*. Ministério do Meio Ambiente, Brazil, pp 285–299
- Dessuy MB, Morais ABB (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. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000100014>
- DeVries PJ (1987) *The butterflies of Costa Rica and their natural history*. Vol I: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, New Jersey.

- Dolibaina D, Mielke OHH, Casagrande MM (2011) Borboletas (Papilionoidea e Hesperioidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros. *Biota Neotrop* 11(1): 341-354. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100031>
- Dover J, Settele J (2009) The influences of landscape structure on butterfly distribution and movement: a review. *J Insect Conserv* 13: 3–27. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s10841-008-9135-8>
- Ferro VG, Diniz IR (2007) Composição de espécies de Arctiidae (Lepidoptera) em áreas de Cerrado. *Revista Brasileira de Zoologia* 24 (3) 635-646. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752007000300015>
- Ferro VG, Melo AS (2011) Diversity of tiger moths in a Neotropical hotspot: determinants of species composition and identification of biogeographic units. *J Insect Conserv* 15: 643–651. DOI 10.1007/s10841-010-9363-6
- Ferro VG, Melo AS, Diniz IR (2010) Richness of tiger moths (Lepidoptera: Arctiidae) in the Brazilian Cerrado: how much do we know? *Zoologia (Curitiba)* 27(5): 725–731. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702010000500009>
- Ferro VG, Romanowski HP (2012) Diversity and composition of tiger moths (Lepidoptera: Arctiidae) in an area of Atlantic Forest in southern Brazil: is the fauna more diverse in the grassland or in the forest? *Zoologia (Curitiba)* 29(1): 7–18. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1984-46702012000100002>
- Ferro VG, Teston JA (2009) Composition of the Arctiidae species (Lepidoptera) in southern Brazil: relationship among vegetation types and among habitat spatial configuration. *Rev Bras Entomol* 53: 278–286. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000200010>

- Freitas AVL, Brown KS (2004) Phylogeny of the Nymphalidae (Lepidoptera). *Systematic Biol* 53(3): 363–383. DOI 10.1080/10635150490445670
- Freitas AVL, Mielke OHH, Moser A, Silva Brandão KL, Iserhard CA (2011) A new genus and species of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) from Southern Brazil. *Neotrop Entomol* 40(2): 231–237. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000200012>
- Giovenardi R, Di Mare RA, Sponchiado J, Roani SH, Jacomassa FAF, Jung AB, Porn MA (2008) Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de floresta no município de Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Entomol* 52: 599–605. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262008000400010>
- Gotelli NJ, Entsminger GL (2003) Swap algorithms in null model analysis. *Ecology* 84: 532–535. DOI 10.1890/0012-9658(2003)084[0532:SAINMA]2.0.CO;2
- Gotelli NJ, Entsminger GL (2011) EcoSim: Null models software for ecology. Version 7. Acquired Intelligence, Inc. & Kesey-Bear, Jericho, VT 05465. <http://garyentsminger.com/ecosim.htm> [accessed on: 2011-05-02]
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2004) Mapas de biomas e vegetação. Brasília ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/biomas.pdf [accessed on: 2011-05-02]
- Irgang BE (1980) A mata do alto Uruguai no RS. *Cienc Cult* 32: 323–324
- 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752004000300027>

- Iserhard CA, Quadros MT, Romanowski HP, Mendonça Jr MS (2010) 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. *Biota Neotrop* 10(1): 309-320. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000100026>
- Krüger CP, Silva EJE (2003) Papilionoidea (Lepidoptera) de Pelotas e seus arredores, Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomol Vectores* 10: 31-45
- Lamas G (2004) Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In: JB Heppner (ed) *Atlas of Neotropical Lepidoptera*. Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, pp 1-439
- Legendre P (1993) Spatial autocorrelation: trouble or new paradigm? *Ecology* 74: 1659–1673
- Legendre P, Borcard D, Peres-Neto PR (2005) Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecol Monogr* 75(4): 435–450. DOI <http://dx.doi.org/10.1890/05-0549>
- Leite PF (2002) Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. *Ciênc Ambient* 24: 51–73
- Mac Nally, R, Fleishman E, Bulluck L.P, Betrus CJ (2004) Comparative influence of spatial scale on beta diversity within regional assemblages of birds and butterflies. *J Biogeogr* 31: 917–929. DOI 10.1111/j.1365-2699.2004.01089.x
- Maluf JRT (2000) Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Rev Bras Agrometeorol* 8(1): 141–150

- Marchiori MO, Romanowski HP (2006a) Species composition and diel variation of a butterfly taxocene (Lepidoptera, Papilionoidea and Hesperioidea) in a restinga forest at Itapuã State Park, Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev Bras Zool* 23(2):2012-443-454. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000200019>
- Marchiori MO, Romanowski HP (2006b) Borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea e Hesperioidea) do Parque Estadual do Espinilho e entorno, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 23(4):1029-1037. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000400007>
- Marín MA, Peña C, Freitas AVL, Wahlberg N, Urribe SI (2011) From the phylogeny of the Satyrinae butterflies to the systematics of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae): history, progress and prospects. *Neotrop Entomol* 40(1): 1–13. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2011000100001>
- Marinoni RC, Ganho NG (2006) A diversidade diferencial beta de Coleoptera (Insecta) em uma paisagem antropizada do Bioma Araucária. *Rev Bras Entomol* 50 (1): 64-71. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262006000100009>
- Morais AB, Romanowski HP, Marchiori MO, Iserhard CA, Segui R (2007) Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Ciênc Ambient* 35: 29–46
- Nekola JC, White PS (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *J Biogeogr* 26: 867–878
- Niell RS, Brussard PF, Murphy DD (2007) Butterfly community composition and oak woodland vegetation response to rural residential development. *Landsc Urban Plan* 81: 235–245. DOI [10.1016/j.landurbplan.2007.01.001](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.01.001)

- Núñez Bustos EO (2008) Diversidad de mariposas diurnas en la Reserva Privada Yacutinga, Provincia de Misiones, Argentina. *Trop Lepid Res* 18(2):78-87
- Økland RH (2003) Partitioning the variation in a sample-by-species data matrix on n sets of explanatory variables. *J Veg Sci* 14: 693–700
- Overbeck, GE, Muller SC, Fidelis A, Pfadenhauer J, Pillar VD, Blanco CC, Boldrini II, Both R, Forneck ED (2007) Brazil's neglected biome: the South Brazilian Campos. *Perspect Plant Ecol Evol Syst* 9(2): 101–116. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.ppees.2007.07.005>
- Paz ALG, Romanowski HP, Morais ABB (2008) Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop* 8(1): 141-149. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100017>
- Peña C, Lamas G (2005) Revision of the butterfly genus *Forsterinaria* Gray, 1973 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Rev Peru Biol* 12: 5–48 <http://nymphalidae.utu.fi/cpena/Pena_Lamas_2005.pdf> [accessed on: 2012-11-16]
- Peña C, Wahlberg N (2008) Prehistorical climate change increased diversification of a group of butterflies. *Biology Lett* 4: 274–278. DOI 10.1098/rsbl.2008.0062
- Peña C, Wahlberg N, Weingartner E, Kodandaramaiah U, Nylin S, Freitas AVL, Brower, AVZ (2006) Higher level phylogeny of Satyrinae butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae) based on DNA sequence data. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 40: 29-49. DOI 10.1016/j.ympev.2006.02.007
- Pollard E (1988) Temperature, rainfall and butterfly numbers. *J Appl Ecol* 25: 819-828

- Pyrz TW, Fratello S (2005) Cloud Forest butterfly fauna of the Pantepui – poor or poorly known? Description of new species and records of new genera of Pronophilina: *Eretris agata* and *Oxeoschistus romeo* (Nymphalidae, Satyrinae). *J Lepid Soc* 59: 200-211
<<http://peabody.research.yale.edu/jls/pdfs/2000s/2005/2005%284%29200-Pyrz.pdf>> [accessed on: 2012-11-16]
- Pyrz TW, Garlacz R (2012) The Presence–Absence Situation and Its Impact on the Assemblage Structure and Interspecific Relations of Pronophilina Butterflies in the Venezuelan Andes (Lepidoptera: Nymphalidae). *Neotrop Entomol* 41(1): 186-195. DOI 10.1007/s13744-012-0031-2
- Pyrz TW, Rodríguez G (2007) Mariposas de la tribu Pronophilini en la Cordillera Occidental de los Andes de Colombia (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *SHILAP Revta Lepidopt* 35(140): 455-489
<<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/455/45514006.pdf>> [accessed on: 2012-11-16]
- Pyrz TW, Viloría AL, Lamas G, Boyer P (2011) La fauna de mariposas de la subfamilia Satyrinae del macizo del Ampay (Perú): diversidad, endemismo y conservación (Lepidoptera: Nymphalidae). *SHILAP Revta Lepidopt* 39 (154): 205-232
<<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=45521389008>> [accessed on: 2012-11-16]
- Pyrz TW, Willmott KR, Hall JPW, Viloría AL (2006) A review of the genus *Manerebia* Staudinger (Lepidoptera: Nymphalidae: Satyrinae) in the northern Andes. *J Res Lepid* 39: 37-79

<http://www.flmnh.ufl.edu/butterflies/neotropica/reprints/2006pwhv_ar_small.pdf
f>[accessed on: 2012-11-16]

Ribeiro DB, Batista R, Prado PI, Brown KS, Freitas AVL (2012) The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. *Biodivers Conserv* 21: 811-827. DOI 10.1007/s10531-011-0222-21811-827

Ribeiro DB, Prado PI, Brown KS, Freitas AVL (2008) Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. *Divers Distrib* 14: 961–968. DOI 10.1111/j.1472-4642.2008.00505.x

Ribeiro MC, Metzger JP, Martensen AC, Ponzoni FJ, Hirota MM (2009) The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv* 142: 1141–1153. DOI 10.1016/j.biocon.2009.02.021

Ritter CD, Lemes R, Morais ABB, Dambros CS (2011) Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop* 11(1): 361-368. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100033>

Roesch LFW, Vieira FCB, Pereira VA, Schünemann AL, Teixeira IF, Senna AJT, Stefenon VM (2009) The Brazilian Pampa: a fragile biome. *Diversity* 1: 182–198. DOI10.3390/d1020182

Rohlf FJ (2000) NTSYSpc 2.10s: Numerical taxonomic and multivariate analysis system. Setauket (NY), Exeter Software

Rohlf FJ, Sokal RRN (1981) Comparing numerical taxonomic studies. *Syst Zool* 30(4): 459-499

- Romanowski HP, Iserhard CA, Hartz SM (2009) Borboletas da Floresta com Araucária. In: Fonseca CR, Souza AF, Leal-Zanchet AM, Dutra T, Backes A, Ganade G (eds) Floresta com Araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável. Holos, Ribeirão Preto, pp 229-240
- Rosa PLP, Chiva EQ, Iserhard CA (2011) Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) in the Southwestern Brazilian Grasslands, Uruguaiiana, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Biota Neotrop* 11(1): 355-360. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100032>
- Sackis GD, Morais ABB (2008) Butterflies (Lepidoptera: Hesperioidea and Papilionoidea) from Universidade Federal de Santa Maria campus, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotrop* 8: 151–158. DOI <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100018>
- Santos TG, Kopp KA, Spies MR, Trevisan R, Cechin STZ (2008) Distribuição temporal e espacial de anuros em área de Pampa, Santa Maria, RS. *Iheringia Sér Zool* 98: 244–253
- Silva AGDA, Gonçalves CR, Galvão DM, Gonçalves AJL, Gomes J, Silva MN, Simoni L (1968) Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil, seus parasitos e predadores. Parte II. Insetos hospedeiros e inimigos naturais. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, pp 622
- Soininen J, McDonald R, Hillebrand H (2007) The distance decay of similarity in ecological communities. *Ecography* 30: 3–12. DOI 10.1111/j.0906-7590.2007.04817.x

- SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais (2008) Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2000-2005. <<http://mapas.sosma.org.br>> [accessed on: 2011-05-08]
- Teston JA, Corseuil E (2008) Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae. *Biociências* 16(1): 42–51
<<http://revistaseletronicas.pucrs.br/fabio/ojs/index.php/fabio/article/viewFile/4358/3286>> [accessed on: 2012-11-16]
- Ter Braak CJF, Smilauer P (2002) CANOCO Reference manualand CanoDraw for Windows user's guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Microcomputer Power, Ithaca
- Wahlberg N, Leneveu J, Kodandaramaiah U, Peña C, Nylin S, Freitas AVL, Brower AVZ (2009) Nymphalidae butterflies diversify following near demise at the cretaceous/tertiary boundary. *P R Soc B* 276: 4295–4302. DOI10.1098/rspb.2009.1303
- Walla TR, Engen S, DeVries PJ, Lande R (2004) Modeling vertical beta-diversity in tropical butterfly communities. *Oikos* 107: 610–618. DOI 10.1111/j.0030-1299.2004.13371.x
- White P, Kerr JT (2006) Contrasting spatial and temporal global change impacts on butterfly species richness during the 20th century. *Ecography* 29:908–918. DOI 10.1111/j.2006.0906-7590.04685.x
- Whittaker RH (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21: 213–251

Table 1: List of species of Satyrini butterflies registered in 14 sites in southern Brazil. In sites with more than one inventory (SM and FW), the occurrence data were pooled for analyses, as the geographical coordinates were equivalent or very close. S: Species richness; +: Species listed after Teston and Corseuil (2008); *: Species reported in only one site. P: Pampa biome; AF: Atlantic Forest biome. PF: Areas of Pioneer Formations; ST: Steppe; D: Deciduous Forest; SD: Semi Deciduous Forest; RF: Tropical Rain Forest; A: Araucaria Forest; SS: Steppe-Savannah; ET: Areas of Ecological Tension. PEL: Pelotas; CP: Caçapava do Sul; PET: Parque Estadual do Turvo; FW: Frederico Westphalen; CG: Canguçu; MAQ: Maquiné; SFP: São Francisco de Paula; SOL: Soledade; PEE: Parque Estadual do Espinilho; JGR: Jaguarí; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul; SM: Santa Maria; PEI: Parque Estadual de Itapuã. (For characterization of sites and source of data, see Appendix 1.)

Biome	P	P	AF	AF	P	AF	AF	AF	P	AF/P	AF/P	P	AF/P	P
Phytocological Region	PF	ST	D	D	SD	RF	AF	AF	SS	SS	SS	SS	ET	ET
Species / Sites	PEL	CP	PET	FW	CG	MAQ	SFP	SOL	PEE	JGR	SFA	SVS	SM	PEI
Satyrini Tribe (S=40)														
<i>Capronniera galesus</i> (Godart, [1824])	X			X		X	X						X	
<i>Carminda paeon</i> (Godart, 1824)	X		X	X		X	X	X					X	X
<i>Eteona tisiphone</i> (Boisduval, 1836)	X		X	X	X	X	X	X						
<i>Euptychoides castrensis</i> (Schaus, 1902)+*							X							
<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, [1824])	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
<i>Forsterinaria quantius</i> (Godart, [1824])	X		X	X		X	X							
<i>Forsterinaria stelligera</i> (Butler, 1874)*	X													
<i>Godartiana muscosa</i> (Butler, 1870)			X	X		X								
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Moneuptychia griseldis</i> (Weymer, 1911)*							X							
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	X	X		X	X	X	X	X		X			X	X
<i>Pampasatyrus ocelloides</i> (Schaus, 1902)						X	X			X	X	X		
<i>Pampasatyrus periphis</i> (Godart, [1824])		X			X	X	X		X					X
<i>Pampasatyrus quies</i> (Berg, 1877)*							X							
<i>Pampasatyrus reticulata</i> (Weymer, 1907)*							X							
<i>Pareuptychia hesionoides</i> Forster, 1964*				X										
<i>Pareuptychia summandosa</i> (Gosse, 1880)+*				X										
<i>Paryphthimoides eous</i> (Butler, 1867)	X					X								
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paryphthimoides polrys</i> (Prittwitz, 1865)	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Pharneuptychia innocentia</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)*								X						
<i>Præpedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)	X	X		X		X	X						X	X
<i>Prenda clarissa</i> Freitas & Mielke, 2011+*							X							
<i>Pseudodebis euptychidia</i> (Butler, 1868)				X				X					X	
<i>Splendeuptychia hygina</i> (Butler, 1877)*			X											
<i>Splendeuptychia libitina</i> (Butler, 1870)	X		X	X										
<i>Taydebis peculiaris</i> (Butler, 1874)+*													X	
<i>Taygetis laches marginata</i> Staudinger, [1887]+*				X										
<i>Taygetis tripunctata</i> Weymer, 1907*				X										
<i>Taygetis virgilia</i> (Cramer, 1776)*			X											
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, [1821]	X	X		X	X	X	X							
<i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824])	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X	X
<i>Ypthimoides ochracea</i> (Butler, 1867)							X							X
<i>Ypthimoides pacta</i> (Weymer, 1911)*														X
<i>Ypthimoides renata</i> (Stoll, 1780)*			X											
<i>Ypthimoides straminea</i> (Butler, 1867)				X				X					X	
<i>Ypthimoides viviana</i> (Romieux, 1927)+*							X							
<i>Ypthimoides ypthima</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)*	X													
<i>Zischkaia pacarus</i> (Godart, [1824])*	X													
<i>Zischkaia pronophila</i> (Butler, 1867)						X	X							
S	16	9	13	19	9	15	20	11	5	7	6	5	11	10

Table 2: Interset correlations of each environmental variable in the partial canonical correspondence analysis.

Variable	Correlations coefficients		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Temperature	0.2636	-0.8129	0.4257
Pioneer Formations	0.9226	0.279	-0.1559
Deciduous Forest	-0.6517	-0.0432	0.6972

Table 3: Partitioning of the variation of Satyrini species using spatial and environmental variables.

Variation	Sum eigenvalues	%	F-ratio	P-value
Environmental	0.636	67.4	2,362	0.04
Spatial	0.557	65.2	2,069	0.001
Pure environmental variation		31.5		
Spatially structured environmental variation		9.8		
Pure spatial variation		27.6		
Unexplained		31.1		

Figure Legends:

Figure 1: Study area. Points indicate sites with records of Satyrini butterflies sampled using an entomological net, in Rio Grande do Sul State, Brazil. Phytoecological regions classification followed Cordeiro and Hasenack (2009).

Figure 2: Cluster analysis dendrogram (UPGMA/Jaccard) between the taxonomic composition of the Satyrini butterflies in 14 sites in southern Brazil. Cophenetic Correlation Coefficient (r) = 0.83. PEL: Pelotas; CP: Caçapava do Sul; PET: Parque Estadual do Turvo; FW: Frederico Westphalen; CG: Canguçu; MAQ: Maquiné; SFP: São Francisco de Paula; SOL: Soledade; PEE: Parque Estadual do Espinilho; JGR: Jaguari; SFA: São Francisco de Assis; SVS: São Vicente do Sul; SM: Santa Maria; PEI: Parque Estadual de Itapuã.

Figure 3: Cluster analysis dendrogram (UPGMA/Jaccard) between the taxonomic composition of the Satyrini butterflies in eight phytoecological regions. Cophenetic Correlation Coefficient (r) = 0.93. PF: Areas of Pioneer Formations; ST: Steppe; D: Deciduous Forest; SD: Semi Deciduous Forest; RF: Tropical Rain Forest; A: Araucaria Forest; SS: Steppe-Savannah; ET: Areas of Ecological Tension.

Figure 4: Partial canonical correspondence analysis diagram showing the relationship of Satyrini assemblages in 14 localities and three environmental variables (inflation factor > 0 and < 1). Black circles indicate sites and x indicate optimum occurrence of species. The complete nomenclatures of species and sites are in Table 1. PF: Areas of Pioneer Formations; D: Deciduous Forest; T: Annual Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$).

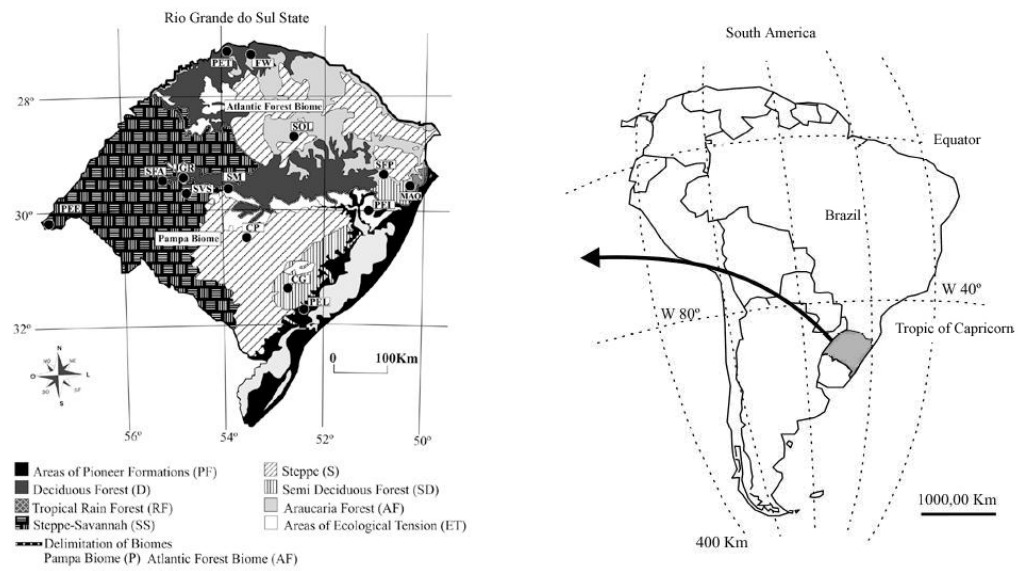


Figure 1

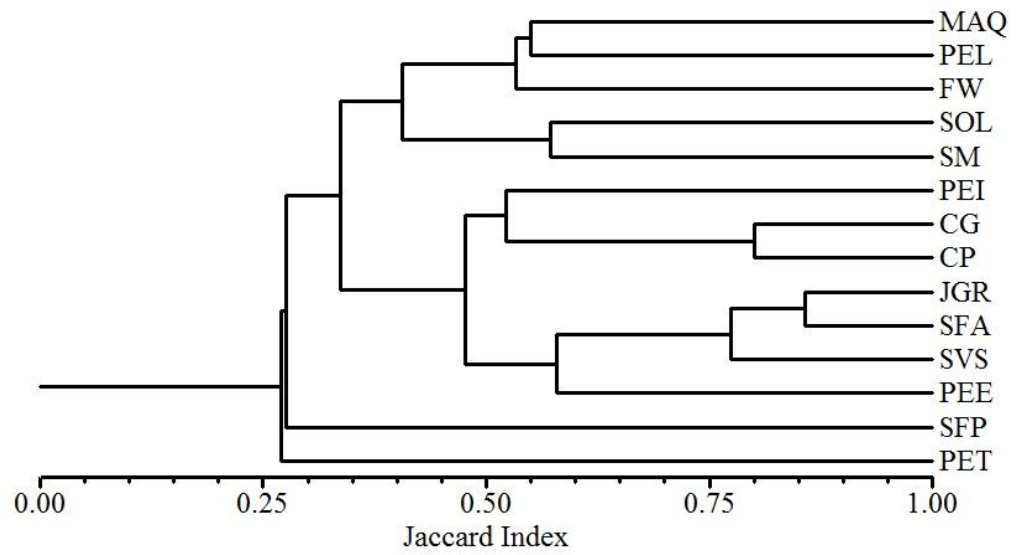


Figure 2

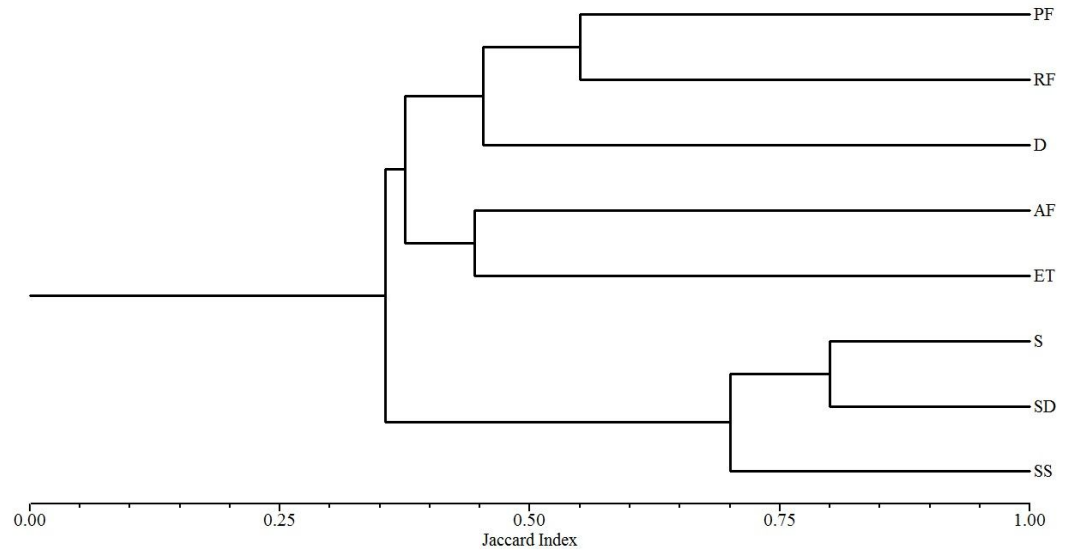


Figure 3

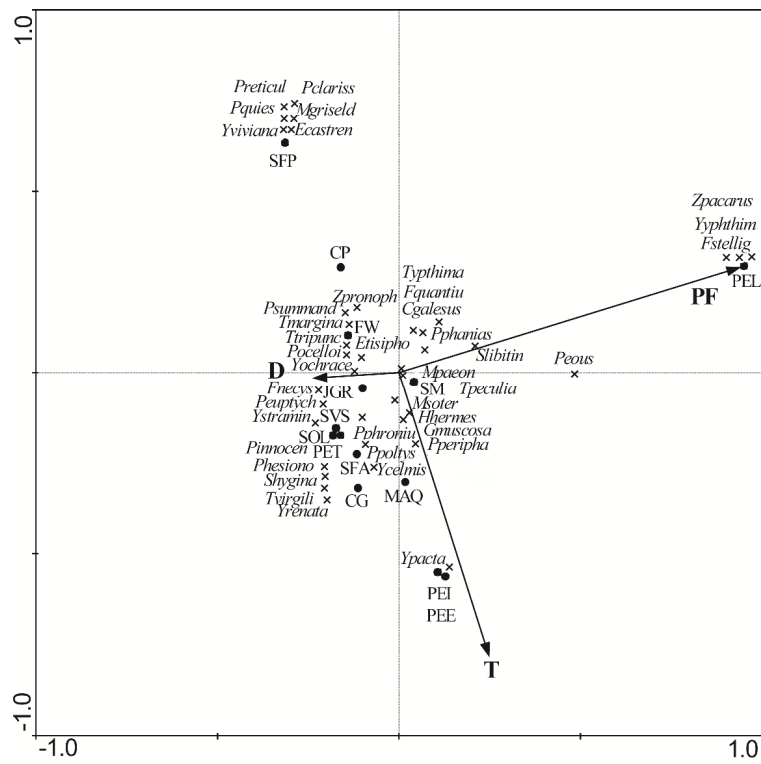


Figure 4

Appendix 1: List of sites, characterized by biomes, phytoecological region and abiotic variables, where Satyrini butterflies were sampled with entomological net in southern Brazil. P: Pampa biome; AF: Atlantic Forest biome. * Classification according to Cordeiro and Hasenack (2009). T: Annual Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$); P: Annual Average Precipitation (mm); LAT: Latitude; LON: Longitude; ALT: Altitude (m); SE: Sampling Effort (net-hour).¹Krüger and Silva 2003; ²Paz et al. 2008; ³Parque Estadual do Turvo (Romanowski et al. 2001, unpublished data); ⁴Giovenardi et al. 2008; Bonfanti et al. 2009; ⁵Iserhard and Romanowski 2004; ⁶Iserhard et al 2010; ⁷Ritter et al. 2011; ⁸Parque Estadual do Espinilho (Marchiori and Romanowski 2006b); ⁹Paz et al. 2012, unpublished data; ¹⁰Dessuy and Morais 2007; Sackis and Morais 2008; ¹¹Parque Estadual de Itapuã (Marchiori and Romanowski 2006a).

Site	Biome	Phytoecological Region*	T	P	LON	LAT	ALT	SE
Pelotas (PEL) ¹	P	Areas of Pioneer Formations (PF)	18	1405	405338	6481297	7	546
Caçapava do Sul (CP) ²	P	Steppe (ST)	17	1588	261661	6623185	450	111
Derrubadas (PET) ³	AF	Deciduous Forest (D)	19	1787	252282	6992636	250	309
Frederico Westphalen (FW) ⁴	AF	Deciduous Forest (D)	19	1787	264234	6972544	522	220
Canguçu (CG) ²	P	Semi-Deciduous Forest (SD)	18	1405	341519	6526713	350	178
Maquiné (MAQ) ⁵	AF	Tropical Rain Forest (RF)	18	1409	571022	6727158	500	238
São Francisco de Paula (SFP) ⁶	AF	Araucaria Forest (A)	14	2162	537769	6742924	912	647
Soledade (SOL) ⁷	AF	Araucaria Forest (A)	17	1986	343194	6823518	720	108
Barra do Quaraí (PEE) ⁸	P	Steppe-Savannah (SS)	20	1346	451864	6660793	52	300
Jaguari (JGR) ⁹	AF/P	Steppe-Savannah (SS)	18	1534	142200	6731215	120	126
São Francisco de Assis (SFA) ⁹	AF/P	Steppe-Savannah (SS)	18	1534	99600	6723918	151	126
São Vicente do Sul (SVS) ⁹	P	Steppe-Savannah (SS)	18	1534	143908	6709711	129	90
Santa Maria (SM) ¹⁰	AF/P	Areas of Ecological Tension (ET)	19	1708	236646	6713296	138	356
Viamão (PEI) ¹¹	P	Areas of Ecological Tension (ET)	20	1309	496796	6640583	130	108

CONCLUSÃO

Este foi o primeiro estudo abordando as borboletas frugívoras na região centro oeste do Rio Grande do Sul e demonstrou que a área de estudo apresentou uma expressiva riqueza de espécies ($S=44$), destacando inclusive um novo registro para o Estado. Essas observações ressaltam a necessidade de conhecimento e valorização da biodiversidade do bioma Pampa, cuja paisagem muitas vezes tem sido considerada homogênea em relação a outros biomas brasileiros e, conseqüentemente, encontra-se aquém em termos de conservação. Provavelmente, com o incremento de estudos em regiões ainda não inventariadas deste bioma, mais espécies venham a serem descobertas.

Com relação à variação temporal, apesar das variações nos valores de riqueza e abundância, não foi evidenciado um padrão sazonal ou diferença significativa entre a riqueza de espécies registrada entre as estações do ano. A abundância total foi principalmente influenciada pela abundância da subfamília Satyrinae. As espécies raras também tiveram um papel importante na composição desta comunidade. Dentre as variáveis microclimáticas analisadas, temperatura, umidade relativa e luminosidade foram as variáveis que mais contribuíram na estruturação das assembleias na área de estudo. Com o intuito de otimizar os esforços de amostragem, sugere-se que ela seja maximizada no período de janeiro a março.

Os resultados do presente estudo revelaram que as espécies de Satyrini não estão distribuídas randomicamente no Rio Grande do Sul. Esta distribuição foi afetada pelas variáveis ambientais (diferenças na temperatura e região fitoecológica) e pela localização geográfica. Adicionalmente, espécies encontradas em um único bioma ou registradas unicamente em localidades bem preservadas podem ser úteis como indicadores de boa qualidade ambiental e fornecer subsídios para conservação da biodiversidade. Deste modo, sugerimos que as Unidades de Conservação futuras devem ser bem espaçadas e adequadamente distribuídas através de unidades ambientalmente distintas na paisagem, representando diferentes regiões fitoecológicas. Além disso, são necessárias medidas de apoio ao uso sustentável da terra, bem como de políticas públicas que visem conservação da biodiversidade,

especialmente em áreas que não são legalmente protegidas para garantir a sobrevivência das espécies e dos ambientes que as abrigam.

REFERÊNCIAS

BALMER, O. Species lists in ecology and conservation: abundances matter. **Conservation Biology**, v. 16, n.4, p. 1160-1161, 2002.

BARLOW, J. et al. Quantifying the biodiversity value of tropical secondary and plantation forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v, 104, p. 18555-18560, 2007.

BELLAVER, J. et al. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de Matas Paludosas e Matas de Restinga da Planície Costeira da região Sul do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 4, p. <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n4/pt/abstract?inventory+bn01812042012>

BENCKE, G. A. Diversidade e conservação da fauna dos campos do sul do Brasil. In: PILLAR, V.P.P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p.101-121.

BIEZANKO, C. M. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. **Arquivos de Entomologia**, Série A, p.1-13, 1960.

BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V.P.P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 63–77.

BOLDRINI, I. I.; LONGHI-WAGNER, H. M. Poaceae no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, v. 42, p. 71-92, 2011.

BONEBRAKE T. C. et al. More than just indicators: a review of tropicalbutterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p.1831–1841, 2011.

BONEBRAKE, T. C.; SORTO, R. Butterfly (Papilionoidea and Hesperioidea) rapid assessment of a coastal countryside in El Salvador. **Tropical Conservation Science**, v. 2, p. 34-51, 2009.

BOSSART, J.L.; OPUNI-FRIMPONG E. Distance from edge determines fruit-feeding butterfly community diversity in Afrotropical forest fragments. **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 43-52, 2009.

BRIDGEWATER, S.; RATTER J. A.; RIBEIRO J. F. Biogeographic patterns, B-diversity and dominance in the cerrado biome of Brazil. **Biodiversity & Conservation**, v. 13, p. 2295–2318, 2004.

BROWN, K. S.; FREITAS A. V. L. Diversidade de Lepidoptera em Santa Teresa, Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, NS, v. 11/12, p. 71-116, 2000.

BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELLO E. M. (ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**, Brasil. São Paulo: Fapesp, 1999. p. 225-245.

DEVRIES, P. J.; WALLA, T. R. Species diversity and community structure in neotropical fruit-feeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 74, p. 1-15, 2001.

DEVRIES, P. J.; WALLA, T. R.; GREENEY, H.F. Species diversity in spatial and temporal dimensions of a fruit feeding butterflies from two Ecuadorian rainforests. **Biological journal of the Linnean Society**, v. 68, n. 3, p. 333-353, 1999.

DEVRIES, P.J. **The butterflies of Costa Rica and their natural history**: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton: Princeton University Press, 1987. 327p.

DEVRIES, P.J.; MURRAY, D.; LANDE, R. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. **Biological Journal of Linnean Society**, v. 62, p. 343-364, 1997.

FERMON H. et al. Effects of forest management on diversity and abundance of fruit-feeding nymphalid butterflies in south-eastern Cote d'Ivoire. **Journal of Insect Conservation**, v. 4, p. 173–189, 2000.

FERMON H.; WALTERT M.; MUHLENBERG, M. Movement and vertical stratification in tropical fruit feeding butterflies. **Journal of Insect Conservation**, v. 7, p. 7–19, 2003.

FERRO, V. G.; DINIZ, I.R. Species biological attributes affecting the description date of tiger moths (Arctiidae) in the Brazilian Cerrado. **Diversity and Distribution**, v. 14, n.3, p. 472-482, 2008.

FLEISHMAN, E.; NOSS, R. F.; NOON, B.R. Utility and limitations of species richness metrics for conservation planning. **Ecological Indicators**, v.6, p. 543-553, 2006.

FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In CULLEN JUNIOR, L.; VALLADARES-PÁDUA, C.; RUDRAN, R. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba: Editora da UFPR, 2003. p.125-151.

HAMER, K. C. et al. Temporal variation in abundance and diversity of butterflies in Bornean rain forests: opposite impacts of logging recorded in different seasons. *Journal of Tropical Ecology*, v. 21, p. 417-425, 2005.

HOEKSTRA, J. M. et al. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters*, v. 8, p. 23-29, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2004. Mapas de biomas e vegetação. Brasília, (<http://www.ibge.gov.br>) (último acesso em: 24/11/2011).

LAMAS, G. La sistemática sobre mariposas (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) en el mundo: estado actual y perspectivas futuras. In BOUSQUETS, J. L.; LANTERI, A. (Ed.). **Contribuciones taxonómicas en órdenes de insectos hiperdiversos**. México: Las Prensas de Ciencias, UNAM, 2008. p. 57-70.

LEGENDRE, P.; BORCARD, D.; PERES-NETO P. R. Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. **Ecological Monographs**, v. 75, n. 4, p. 435-450, 2005.

LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 51-73, 2002.

LEWINSOHN, T. M.; FREITAS, A. V. L.; PRADO, P. I. Conservation of terrestrial invertebrates and their habitats in Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 640-645, 2005.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, p. 619-624, 2005.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul: campos sulinos**. Porto Alegre: EST. 2004.110p.

MARÍN, M.A. et al. From the phylogeny of the Satyrinae butterflies to the systematics of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae): history, progress and prospects. **Neotropical Entomology**, v. 40, n.1, p. 1–132011, 2011.

MARTINO, D. Conservación de praderas en el cono sur: valoración de las áreas protegidas existentes. **Ecosistemas**, v. 13, n. 2, p. 114-123, 2004.

MEDAN, D. et al. Effects of agriculture expansion and intensification on the vertebrate and invertebrate diversity in the Pampas of Argentina. **Biodiversity & Conservation**, v. 20, p. 3077-3100, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização** - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. Série Biodiversidade 31, Brasília, 2007.

MOLLEMAN, F. et al. Preferences and food quality of fruit-feeding butterflies in Kibale Forest, Uganda. **Biotropica**, v. 37, n. 4, p. 657-663, 2005.

NABINGER, C. et al. Produção animal com base no campo nativo: aplicações de resultados de pesquisa. In: PILLAR, V.P.P. et al. (Ed.). **Campos Sulinos: Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 175-198.

NOBRE, C. E. B.; IANNUZZI, L.; SCHLINDWEIN, C. 2012. Seasonality of Fruit-Feeding Butterflies (Lepidoptera, Nymphalidae) in a Brazilian Semiarid Area, **ISRN Zoology**, Article ID 268159, 8 p.

OVERBECK, G.E. et al. Brazil's neglected biome: the South Brazilian *Campos*. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 9, n. 2, p.101-116, 2007.

PEDROTTI, V.S. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) ocorrentes em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista no Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 1, <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn03011012011>, 2011.

PEÑA, C.; LAMAS, G. Revision of the butterfly genus *Forsterinaria* Gray, 1973 (Lepidoptera: Nymphalidae, Satyrinae). *Revista Peruana de Biología*, v. 12, p. 5-48, 2005.

PEÑA, C.; WAHLBERG, N. Prehistorical climate change increased diversification of a group of butterflies. *Biology Letters*, v. 4, p. 274-278, 2008. PILLAR, V.P.; VÉLEZ, E. Extinção dos Campos Sulinos em Unidades de Conservação: um Fenômeno Natural ou um Problema Ético? **Natureza & Conservação**, v. 8, n. 1, p. 84-86, 2010.

PINHEIRO, C. E. G.; ORTIZ, J. V. C. Communities of fruit-feeding butterflies along a vegetation gradient in central Brazil. **Journal of Biogeography**, v. 19, p. 505-511, 1992.

RIBEIRO, D. B. et al. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragmented landscape: importance of scale and implications for conservation. **Diversity and Distributions**, v. 14, p. 961-968, 2008.

RIBEIRO, D. B. et al. Temporal Diversity Patterns and Phenology in Fruit Feeding Butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 42, p. 710-716, 2010.

RIBEIRO, D. B. et al. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. **Biodiversity & Conservation**, v. 21, p. 811-827, 2012.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. Differences in thermal responses in a fragmented landscape: temperature affects the sampling of diurnal, but not nocturnal fruit-feeding Lepidoptera. **The Journal of Research on the Lepidoptera**, v. 42, p. 1-4, 2010.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. Large-sized insects show stronger seasonality than small-sized ones: a case study of fruit-feeding butterflies. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 104, p. 820-827, 2011.

RIBEIRO, D. B.; FREITAS, A. V. L. The effect of reduced-impact logging on fruit-feeding butterflies in Central Amazon, Brazil. **Journal of Insect Conservation**, v. 12, n. 1, p. 1-12, 2012.

RIBEIRO, M.C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

SAFIÁN, S.; CSONTOS, G.; WINKLER, D. Butterfly community recovery in degraded rainforest habitats in the upper Guinean forest zone (Kakum forest, Ghana). **Journal of Insect Conservation**, v. 15, p. 351-359, 2011.

SANTOS J.P. et al. Fruit-feeding butterflies guide of subtropical Atlantic Forest and Araucaria Moist Forest in State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 11, n.3, p. 253-274. 2011.

SANTOS, E. C.; MIELKE, O. H. H.; CASAGRANDE, M. M. Inventários de borboletas no Brasil: estado da arte e modelo de áreas prioritárias para pesquisa com vistas à conservação. **Natureza & Conservação**, v. 6, n.2, p. 68-90, 2008.

SHREEVE, T. G., • DENNIS, R. L. H. Landscape scale conservation: resources, behaviour, the matrix and opportunities. **Journal of Insect Conservation**, v. 15, p. 179-188, 2011.

SOS MATA ATLÂNTICA, Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica**: Período 2000-2005, 2008.

UEHARA-PRADO M. et al. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: a first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p.1220-1228, 2009.

UEHARA-PRADO, M. ; BROWN, K. S.; FREITAS, A.V.L. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. **Global Ecology and Biogeography**, v. 16, p. 43-54, 2007.

UEHARA-PRADO, M. et al. Guia das borboletas frugívoras da Reserva Estadual do Morro Grande e região de Caucaia do Alto, Cotia (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 4, n.1, 2004.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN, K. S.; FREITAS, A. V. L. Biological traits of frugivorous butterflies in a fragmented and a continuous landscape in the south Brazilian Atlantic Forest. **Journal of the Lepidopterists Society**, v. 59, n. 2, p.96-106, 2005.

WALLA, T.R. et al. Modeling vertical beta-diversity in tropical butterfly communities. **Oikos**, v. 107, p. 610–618, 2004

WHITTAKER, R. H. Evolution and measurement of species diversity. **Taxon**, v. 21, p. 213–251, 1972.