

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

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) DE SANTA MARIA, REGIÃO
CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Ricardo Luís Spaniol

Santa Maria, RS, Brasil

2013

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA:
NYMPHALIDAE) DE SANTA MARIA, REGIÃO CENTRAL
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Ricardo Luís Spaniol

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ciências Biológicas - Área Biodiversidade Animal**.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Beatriz Barros de Moraes

Santa Maria, RS Brasil

2013

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Spaniol, Ricardo Luís
Borboletas Frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de
Santa Maria, região central do Rio Grande do Sul, Brasil
/ Ricardo Luís Spaniol.-2013.
66 f.; 30cm

Orientadora: Ana Beatriz Barros de Moraes
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, RS, 2013

1. Mata Atlântica, Pampa, Satyrinae. I. Barros de
Moraes, Ana Beatriz II. Título.

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

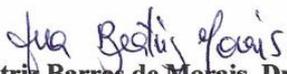
**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado**

**BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) DE
SANTA MARIA, REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL,
BRASIL**

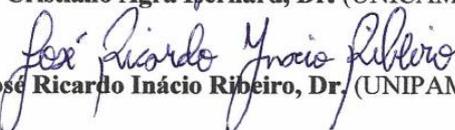
elaborada por
Ricardo Luís Spaniol

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

COMISSÃO EXAMINADORA:


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


Cristiano Agra Iserhard, Dr. (UNICAMP)


José Ricardo Inácio Ribeiro, Dr. (UNIPAMPA)

Santa Maria, 27 de fevereiro de 2013.

AGRADECIMENTOS

A realização do presente trabalho somente foi possível com o apoio indispensável de várias pessoas, sendo que quero agradecer a cada uma delas, mencionadas ou não neste texto:

Primeiramente agradeço à minha orientadora, Dra. Ana Beatriz Barros de Moraes, por ter me aceito como orientado. A confiança que depositou em mim me motivou diante de cada dificuldade, e seus ensinamentos e sugestões foram fundamentais durante todo o período de mestrado.

Aos colegas de laboratório, Ana Luiza Paz Gomes, Ana Paula Santos de Carvalho, Camila Graciotim, Geisa Piovesan, Junir Antônio Lutinski, Renata Lemes e Taíse Colpo Ribeiro, pela convivência, sugestões e ajuda nos trabalhos de campo e das tarefas no laboratório.

Agradeço a coordenadora, Dra. Sonia Zanini Cechin, e da mesma forma ao secretário do PPG em Biodiversidade Animal, Sidinei Cruz, pelo atendimento cordial a cada vez que se fez necessário o auxílio da coordenação e da secretaria do curso. Ficam também meus agradecimentos aos professores e colegas.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado, e ao CNPq (Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros/SISBIOTA) pelo suporte financeiro. Ao ICMBio/SISBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, pela licença de coleta. Ao Museu de Zoologia da UNICAMP e das pessoas a este relacionadas, que abriram as portas para que eu pudesse aprender um pouco mais sobre as borboletas. Ao Laboratório de Ecologia de Insetos da UFRGS por permitir o acesso ao acervo de borboletas, possibilitando a identificação de boa parte do material deste estudo. Aos proprietários e responsáveis das áreas de estudo, por permitirem o acesso nas propriedades para a realização dos trabalhos de campo.

A Noemy Seraphim Pereira por me ensinar a desvendar o gênero *Hermeuptychia*, assim como ao Dr. Cristiano Agra Iserhard, que nos meus momentos de dúvidas principalmente com a identificação das borboletas, esteve sempre disposto a ajudar.

Aos meus bons e velhos amigos, Rafael Augusto Batistella, Tiago Chaves, Diego Hanauer, Aleson Flach e Alex Flach, pelos raros e agradáveis encontros nos últimos dois anos, e que mesmo assim demonstraram constante apoio. Que essa parceria prevaleça por muito e muitos anos! Aos meus amigos catarinenses “agauchados”, Tiones Franzen, Jurandir

Grasel, Jefferson Grasel, André Luís Mallmann e Luís Fernando Grasel, pela convivência e companheirismo durante este período na cidade de Santa Maria.

Por fim, agradeço aos meus pais Élio José Spaniol e Lourdes Flach, e as minhas irmãs Nayara Luísa Spaniol e Graciela Eluísa Spaniol, pelo constante incentivo e apoio, e a Michely Carla Tremea, que tornou a realização deste trabalho uma tarefa muito mais agradável.

Ficam as boas lembranças deste fantástico período da minha vida acadêmica...!

*“De fato, não fracassei ao tentar, cerca de 10.000 vezes. Desenvolvi um acumulador.
Simplesmente, encontrei 10.000 maneiras que não funcionam.”*

Thomas A. Edison

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) DE SANTA MARIA, REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

AUTOR: RICARDO LUÍS SPANIOL

ORIENTADORA: ANA BEATRIZ BARROS DE MORAIS

Data e Local de Defesa: Santa Maria, 27 de fevereiro de 2013.

Dentre alguns fatores responsáveis pela ocorrência e distribuição das espécies, a heterogeneidade e a complexidade estrutural do ambiente podem ser determinantes para a sua sobrevivência. A partir disso, este estudo buscou caracterizar a guilda de borboletas frugívoras numa região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, no município de Santa Maria, RS, promovendo uma comparação quanto à riqueza, composição e abundância das espécies e sua associação com algumas variáveis microclimáticas. Entre outubro de 2011 e maio de 2012, amostragens mensais foram realizadas em quatro áreas amostrais, duas associadas a cada bioma, utilizando o método de armadilhas com isca atrativa de banana fermentada em caldo de cana. Ao final de sete amostragens, foram capturadas 1.829 borboletas frugívoras, pertencentes a 40 espécies e quatro subfamílias. A riqueza amostrada representa adequadamente a guilda de borboletas frugívoras presente nas áreas amostrais, como indicou o estimador de riqueza Jackknife 1. As áreas associadas a Mata Atlântica apresentaram maior riqueza de espécies ($S=36$) em comparação com as áreas do Pampa ($S=27$). Da riqueza total, 23 espécies ocorreram em áreas associadas aos dois biomas, outras 13 apresentaram associação exclusiva com as áreas associadas a Mata Atlântica, e quatro somente foram amostradas no Pampa. Considerando a abundância, 66,05% dos indivíduos se concentraram nas áreas campestres (formação vegetal característica das áreas associadas ao Bioma Pampa), e apenas 33,95% nas áreas florestadas (formação vegetal característica das áreas associadas ao Bioma Mata Atlântica). *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) e *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]) apresentaram valores de indicação significativos para as áreas associadas a Mata Atlântica, enquanto que *Moneuptychia soter* (Butler, 1877), *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) e *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) tiveram valores de indicação para as áreas associadas ao Pampa. Com relação às variáveis microclimáticas, constatou-se uma associação entre luminosidade, temperatura e umidade relativa sobre a ocorrência de boa parte das espécies de borboletas frugívoras. Os resultados do presente estudo reforçam o potencial de bioindicação da guilda de borboletas frugívoras, pois os padrões de composição, riqueza e abundância deste grupo se mostram fortemente associados com as variações ambientais.

Palavras-chave: Mata Atlântica. Pampa. Satyrinae.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal
Universidade Federal de Santa Maria

FRUIT-FEEDING BUTERFLIES (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) FROM SANTA MARIA, CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL

AUTHOR: RICARDO LUÍS SPANIOL

ADVISOR: ANA BEATRIZ BARROS DE MORAIS

Among some factors responsible for the occurrence and distribution of species, the heterogeneity and structural complexity of the environment can be decisive to their survival. Therefore, this study aimed to characterize the fruit-feeding butterfly's guild in a transition region between the Atlantic Forest and Pampa biomes, in the municipality of Santa Maria, Rio Grande do Sul state, promoting a comparison of composition, richness, and species abundance and their association with some microclimatic variables. Between October 2011 and May 2012, monthly sampling was performed in four field areas, two associated with each biome, using the trap methodology with attractive bait of banana fermented in sugar cane juice. At the end of seven sampling occasions, 1,829 fruit-feeding butterflies belonging to 40 species and four subfamilies were captured. The richness estimator Jackknife 1 corroborated the sampled fruit-feeding butterfly richness. The areas associated with Atlantic Forest had higher species richness ($S=36$) compared with the areas of Pampa ($S=27$). Of the total richness, 23 species occurred in areas associated with the two biomes, 13 were associated solely with the Atlantic Forest ones, and four were sampled only in Pampa. Considering the abundance, 66.05% of individuals occurred in grassland sites (vegetal formation characteristic of the Pampa associated areas), and only 33.95% in forested areas (characteristic of the Atlantic Forest ones). *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) and *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]) showed a significant indication for the areas associated with Atlantic Forest, while *Moneuptychia soter* (Butler, 1877), *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) and *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) had indication values for Pampa associated areas. Regarding the microclimatic variables, we found an association between luminosity, temperature and relative humidity with the occurrence of most fruit-feeding butterfly's species. The results of this study reinforce the bioindication potential of the fruit-feeding butterfly's guild, due to the composition, richness and abundance patterns of this group are highly associated with environmental variation.

Keywords: Atlantic Forest. Pampa. Satyrinae.

PPGBA/UFSM, RS

SPANIOL, Ricardo Luís

Mestre

2013

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1: Lista de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área de transição ecológica no Sul do Brasil

- Figura 1 - Mapa com a localização das quatro áreas amostrais no município de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul, onde MA1 e MA2 representam as áreas amostrais de Mata Atlântica e PA1 e PA2 de Pampa.....29
- Figura 2 - Diagrama de Venn para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras exclusivas e compartilhadas nos ambientes amostrados dos biomas Mata Atlântica e Pampa, entre outubro de 2011 e maio de 2012.....34
- Figura 3 - Riqueza de borboletas frugívoras por subfamília, amostradas nas áreas de Mata Atlântica (MA1 e MA2) e do Pampa (PA1 e PA2), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.....35
- Figura 4 - Curvas de suficiência amostral para a guilda de borboletas frugívoras amostrada em áreas de Mata Atlântica (a) MA1 e (b) MA2; e Pampa (c) PA1 e (d) PA2, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.....36

ARTIGO 2: Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) associadas a uma região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, RS, Brasil

- Figura 1 - Análise de rarefação das assembleias de borboletas frugívoras amostradas em áreas associadas ao domínio dos biomas Mata Atlântica (MA) e Pampa (PA), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.....52
- Figura 2 – Análise de ordenação (NMDS) para a composição e abundância das assembleias de borboletas frugívoras amostradas mensalmente nas áreas associadas a Mata Atlântica (MA1 e MA2) e ao Pampa (PA1 e PA2).....53
- Figura 3 - Diagrama de Whittaker comparando as assembleias de borboletas frugívoras por meio dos efeitos da riqueza e da equabilidade.....54
- Figura 4 - Análise de Correspondência Canônica (CCA) comparando a matriz das variáveis microclimáticas (luminosidade, temperatura e umidade relativa) com a matriz da abundância das espécies de borboletas frugívoras (Δ) e das amostras mensais em cada uma das áreas (\bullet). MA1 e MA2 correspondem às áreas de Mata Atlântica,

enquanto que PA1 e PA2 do Pampa, situadas no município de Santa Maria, RS. Os nomes das espécies são representados pelas seguintes abreviações: *Archaeoprepona amphimachus pseudomeander*= *Aamph*; *Archaeoprepona chalciope*= *Achal*; *Archaeoprepona demophoon*= *Ademoo*; *Archaeoprepona demophon thalpius*= *Ademo*; *Biblis hyperia nectanabis*= *Bhype*; *Blepolenis batea batea*= *Bbate*; *Caligo illioneus*= *Cilli*; *Callicore pygas eucale*= *Cpyga*; *Capronnieria galesus*= *Cgale*; *Carminda paeon*= *Cpaeo*; *Catoblepia amphirhoe*= *Camph*; *Diaethria candrena candrena*= *Dcand*; *Epiphile hubneri*= *Ehubn*; *Epiphile oreia oreia*= *Eorea*; *Erichthodes narapa*= *Enara*; *Eriphanis reevesii*= *Ereev*; *Eunica eburnea*= *Eebur*; *Forsterinaria necys*= *Fnecy*; *Godartiana muscosa*= *Gmusc*; *Hamadryas epinome*= *Hepin*; *Hamadryas februa februa*= *Hfebr*; *Moneuptychia soter*= *Msote*; *Morpho aega*= *Maega*; *Morpho helenor achillides*= *Machi*; *Opsiphanes invirae remoliatus*= *Oinvi*; *Opsiphanes quiteria meridionalis*= *Oquit*; *Praepedaliodes phanias*= *Pphan*; *Paryphthimoides phronius*= *Pphro*; *Paryphthimoides poltys*= *Ppolt*; *Penetes pamphanis*= *Ppamp*; *Prepona pylene pylene*= *Ppyle*; *Smyrna blomfieldia*= *Sblom*; *Taygetis ypthima*= *Typth*; *Zaretis strigosus*= *Zstri*.....55

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1: Lista de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área de transição ecológica no Sul do Brasil

Tabela 1 - Borboletas frugívoras amostradas em áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e Pampa, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012. (*) Novos registros para o município de Santa Maria e (**) Primeiro registro para o estado do Rio Grande do Sul.....	33
Tabela 2 - Riqueza de espécies, abundância e estimador analítico de riqueza de espécies Jackknife 1 para a guilda de borboletas frugívoras amostrada no Morro Cerrito (MA1), Três Barras (MA2), Criadouro Conservacionista São Braz (PA1) e Centro de Instruções de Santa Maria (PA2), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.....	36

ARTIGO 2: Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) associadas a uma região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, RS, Brasil

Tabela 1 - Espécies indicadoras para ambientes de Mata Atlântica (grupo 1) e de Pampa (grupo 2) considerando $\geq 25\%$ como valor de indicação mínimo e significância de $p \leq 0.05$	54
--	----

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 - Áreas de estudo no município de Santa Maria, RS. A - Morro Cerrito (MA1); B - Três Barras (MA2); C - Criadouro Conservacionista São Braz (PA1); D - Centro de Instruções de Santa Maria (PA2).....	65
Apêndice 2 - A: Esquematização da armadilha utilizada para a amostragem de borboletas frugívoras. B: Visualização da instalação das unidades amostrais dentro de uma área.....	65

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	16
REFERÊNCIAS	20
ARTIGO 1: LISTA DE BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) DE UMA ÁREA DE TRANSIÇÃO ECOLÓGICA NO SUL DO BRASIL	26
Resumo	26
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	29
<i>Área de estudo</i>	29
<i>Amostragem</i>	31
<i>Análise dos dados</i>	32
Resultados	32
Discussão	37
Agradecimentos	39
Referências	39
ARTIGO 2: BORBOLETAS FRUGÍVORAS (LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE) ASSOCIADAS A UMA REGIÃO DE TRANSIÇÃO ENTRE OS BIOMAS MATA ATLÂNTICA E PAMPA, RS, BRASIL	45
Resumo	45
Abstract	45
Introdução	46
Material e Métodos	47
<i>Área de estudo</i>	47
<i>Amostragem</i>	49
<i>Análise dos dados</i>	50
Resultados	51
Discussão	56
Agradecimentos	58
Referências	59
CONCLUSÃO	63
APÊNDICES	65

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação segue as normas da UFSM (MDT) em sua estrutura e apresentação, sendo que consiste de uma Introdução geral (formatada pela ABNT), de dois artigos (formatados de acordo com as normas da revista *Biota Neotropica*) e uma Conclusão geral, seguida dos Apêndices.

Artigo 1: neste é apresentada uma lista de espécies de borboletas frugívoras, amostradas em áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e Pampa, no município de Santa Maria. São comparados os dados de composição, riqueza e abundância das assembleias estudadas nas quatro áreas amostrais, duas de cada fisionomia.

Artigo 2: trata de identificar espécies indicadoras das áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e Pampa na região central do Rio Grande do Sul, além de descrever a estrutura das assembleias presentes. São ainda feitas associações entre a abundância das espécies registradas e fatores microclimáticos de luminosidade, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento, mensurados nas áreas amostrais.

INTRODUÇÃO

Borboletas

O Brasil é o terceiro país com maior riqueza de lepidópteros no mundo, atrás apenas do Peru e da Colômbia (FREITAS et al. 2011). Estimativas apontam para o conhecimento de aproximadamente 26.000 espécies em todo território brasileiro, das quais, 3.268 são borboletas (BROWN; FREITAS, 1999).

As borboletas podem ser separadas em duas guildas com base nas características alimentares dos adultos: as que utilizam néctar e em alguns casos pólen, denominadas nectarívoras; e as que exploram frutas fermentadas (e outros itens como exudatos de plantas, fezes e carcaças) como requerimento nutricional, chamadas frugívoras (DeVRIES, 1987). Esta última, foco do presente trabalho, pertence à família Nymphalidae, e é representada por quatro subfamílias: Satyrinae (incluindo as tribos Satyrini, Brassolini e Morphini), Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (tribo Coeini) (WAHLBERG et al. 2009).

Borboletas frugívoras são facilmente capturadas com o auxílio de armadilhas com iscas de frutas fermentadas (DeVRIES; WALLA, 2001) e podem ser acompanhadas individualmente por meio de marcação e recaptura (HUGHES et al. 1998). A partir dos parâmetros de riqueza, a guilda de borboletas frugívoras pode atuar como indicadora de paisagem (UEHARA-PRADO et al. 2003), e por possuir, em geral, indivíduos de tamanho grande, coloração atraente e fácil amostragem (UEHARA-PRADO et al. 2005), são consideradas bons modelos para estudos de conservação (DeVRIES et al. 1997).

Borboletas são insetos fortemente correlacionados com o tipo de vegetação (NEW et al. 1997), a heterogeneidade do habitat e a conectividade de ambientes geralmente estão positivamente relacionadas à diversidade de borboletas (FURLANETTI, 2010). A distribuição, abundância e composição de espécies de borboletas se modifica de acordo com a composição e a estrutura da vegetação, sendo os recursos alimentares, tanto para as lagartas quanto para os adultos, crucial na manutenção de suas populações (EHRlich, 1984).

Espécies indicadoras

Espécies indicadoras são espécies de amplitude restrita com relação a um ou mais fatores ambientais, e quando presentes indicam uma condição ou um conjunto de condições

especiais do ambiente (ALLABY, 1992; BROWN; FREITAS, 2000). Já McGeoch (2000) dividiu o conceito de espécies indicadoras em três categorias, de acordo com suas aplicações: 1) Indicadores ambientais: espécie ou um grupo de espécies que respondem previsivelmente de maneiras facilmente observadas e quantificadas a uma perturbação ou mudança no ambiente. 2) Indicadores ecológicos: táxons usados para demonstrar os efeitos das mudanças ambientais sobre os sistemas bióticos, funcionando não apenas como medidores de mudanças no ambiente. 3) Indicadores biológicos: grupo de taxa (gênero, família, tribo, ordem) cuja diversidade reflete uma medida de diversidade (riqueza de espécies, grau de endemismo) de outros taxa maiores em um habitat ou em um conjunto de habitats.

Dentre os invertebrados usados como bioindicadores, os insetos possuem destaque, pois respondem rapidamente às mudanças do ambiente, e refletem sua própria condição de conservação, assim como a de outros grupos (FURLANETTI, 2010). Vários grupos de borboletas também se apresentam como ótimos indicadores biológicos (BROWN, 1991; DeVRIES et al. 1997), e possuem grande utilidade para a identificação de áreas com significativo valor biológico, parâmetros ambientais, da continuidade de ecossistemas e na avaliação de paisagens naturais (DEVRIES et al. 1997; BROWN; FREITAS, 1999).

Conversão dos ambientes naturais

A redução de áreas naturais e a perda de habitats provocadas pelas atividades humanas estão entre as principais ameaças para a biodiversidade e a conservação das espécies (SAWCHIK et al. 2002). A perda de habitats é um dos fatores que mais contribui na extinção de espécies (LANDAU et al. 1999; FAHRIG, 2001). Com a substituição da vegetação original por uma matriz estruturalmente diferente, os níveis de luz no local são alterados, o que geralmente acarreta em um aumento da temperatura e da diminuição da umidade do ar e do solo (VITOUSEK et al. 1997). Com aumento da radiação solar juntamente com a atuação do vento, o ciclo da água e dos nutrientes são modificados na paisagem, podendo causar alterações climáticas locais (LAURANCE; COCHRANE, 2001). Em ambientes florestais, este processo pode ainda aumentar a extensão da borda para o interior da floresta (HARPER et al. 2005), afetando diversos processos biológicos e modificando a composição das comunidades bióticas presentes (LAURANCE, 2000).

Se tratando da fauna de borboletas em específico, são vários os impactos que conhecidamente afetam este grupo. Além da perda de habitat, se destacam as mudanças no clima, presença de espécies invasoras, poluição e exploração das espécies para

comercialização (BONEBRACKE et al. 2010). Junto a ambientes muito simplificados devido à perturbação, a guilda de borboletas frugívoras tende a concentrar menos espécies do que em áreas não perturbadas ou com níveis intermediários de perturbação (HAMER; HILL, 2000). Por estas características, este grupo também é mundialmente utilizado em monitoramentos e avaliações de perturbações antrópicas, principalmente em ambientes florestais (DeVRIES et al. 1997, 1999; DeVRIES; WALLA, 2001; LEWIS, 2001; HAMER et al. 2003; UEHARA-PRADO et al. 2003; SCHULZE et al. 2004; UEHARA-PRADO et al. 2005; RIBEIRO et al. 2012).

Bioma Mata Atlântica

A Mata Atlântica é considerada um dos mais importantes biomas do mundo, abrigando uma ampla diversidade de animais e vegetais com altos níveis de endemismos (BROWN; BROWN, 1992; MITTERMEIER et al. 2004; MYERS et al. 2000), sendo que estimativas sugerem que este bioma abriga até 8% do total das espécies existentes (SILVA; CASTELETTI, 2003). Conforme Ribeiro et al. (2009), sua abrangência original é estimada em aproximadamente 150 milhões de ha, dos quais 92% situados no Brasil. Este valor compreende aproximadamente 13% do território nacional (IBGE, 2004), englobando 17 estados ao longo da região costeira (RIBEIRO et al. 2009). No entanto, atualmente restam ao redor de 12% da cobertura original da Mata Atlântica distribuídos em mais de 245.000 fragmentos, dos quais 97% menores que 250 hectares (RIBEIRO et al. 2009). Ao mesmo tempo, apenas 1,69% da abrangência total deste bioma se encontram em áreas protegidas (RIBEIRO et al. 2009). Remanescentes florestais maiores são encontrados apenas em regiões íngremes, onde a ocupação humana é dificultada pelas características do relevo (SILVA et al. 2007). Ainda assim, remanescentes menores são funcionalmente importantes, servindo como degraus para a conectividade de áreas maiores (RIBEIRO et al. 2009).

No Rio Grande do Sul, são diversas as fitofisionomias que compõem a Mata Atlântica, dentre as quais se destacam as Florestas Ombrófilas Densa e Mista (Mata com Araucárias), Estacionais Semidecidual e Decidual. Ecossistemas como manguezais, restingas, brejos, campos de altitude e ilhas costeiras e oceânicas, também compõem o bioma (IBGE, 1993). Estima-se que no Estado ainda permaneçam 7,48% da cobertura vegetal original deste bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2011).

Bioma Pampa

O Pampa é o único bioma brasileiro encontrado em somente um Estado. Sua área corresponde a 2% do território brasileiro, ocupando 63% do Rio Grande do Sul (IBGE, 2004). Este bioma é composto, principalmente, por muitas espécies herbáceas, arbustivas e de arvores coexistindo em uma matriz de gramíneas (OVERBECK et al. 2009). Conforme Behling et al. (2004, 2005) os campos são ecossistemas naturais que já existiam quando da ocupação antrópica, por volta de 12.000 anos atrás, de acordo com evidências por meio do diagnóstico de pólen e partículas de carvão em sedimentos.

A composição vegetal encontrada nos campos do Pampa é representada pelas famílias Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Fabaceae, Apiaceae, Oxalidaceae, Verbenaceae e Iridaceae, compreendendo várias espécies de ocorrência endêmica (OVERBECK et al. 2006, 2007). Todavia, a composição e estrutura das comunidades vegetais e animais vêm sendo rapidamente alteradas com a introdução de espécies exóticas, conversão de áreas nativas para agricultura e pastagem, e mais recentemente pelo estabelecimento de monoculturas florestais exóticas (OVERBECK et al. 2007). Estima-se que no Rio Grande do Sul ainda exista 40% da área coberta com espécies nativas, dos quais 22% compreendam vegetação campestre, 5% formações florestais e 13% mosaico campo/floresta (HASENACK, 2006).

As vegetações campestres associadas às secas sazonais proporcionam uma combinação para frequentes queimadas, tanto naturais como artificiais (PRESS et al. 2006). Com isso, o incêndio se torna um fator dominante ao qual todos os organismos presentes devem se adaptar (RICKLEFS, 2010). A partir da incidência de queimadas como também do pastejo, os campos apresentam em sua paisagem duas fisionomias distintas: 1) Campos limpos; 2) Campos sujos, onde além das gramíneas, existe uma grande riqueza arbustiva que se desenvolve a partir da redução dos regimes de pastejo e de fogo (OVERBECK et al. 2005).

Justificativa e Objetivos gerais

O município de Santa Maria localiza-se na região central do Rio Grande do Sul, onde se encontra uma das regiões limítrofes dos dois biomas presentes no estado, Mata Atlântica e Pampa. Essa região é considerada uma área de tensão ecológica por se constituir em zona de transição ou ecótono entre os dois domínios (CORDEIRO; HASENACK, 2009) e caracterizada por grande heterogeneidade ambiental capaz de abrigar considerável

biodiversidade (CECHIN et al. 2009). A estimativa mais recente indica uma riqueza de 200 espécies de borboletas para a região (CECHIN et al. 2009), baseada principalmente em inventários da guilda nectarívora. Baseado nestas informações, o presente estudo buscará ampliar o conhecimento da fauna local de borboletas, enfocando a guilda das espécies frugívoras. A partir dos parâmetros de composição, riqueza e abundância, será possível comparar a estrutura das assembleias amostradas em ambientes florestais e campestres nesta região. Presume-se que algumas variáveis microclimáticas como luminosidade, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento possam estar associadas à abundância e ocorrência das espécies localmente encontradas. Espera-se ainda que a presente área de transição ecológica possa abrigar uma considerável riqueza de borboletas frugívoras, e que as informações obtidas neste estudo possam contribuir para aumentar o conhecimento sobre o grupo, além de fornecer subsídios para sua conservação e monitoramento.

REFERENCIAS

ALLABY, M. **The Concise Oxford Dictionary of Zoology**. Oxford University Press: Oxford, 1992.

BEHLING, H. et al. Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 203, p. 277–297, 2004.

BEHLING, H.; PILLAR, V. D.; BAUERMAN, S. G. Late Quaternary grassland (Campos), gallery forest, fire and climate dynamics, studied by pollen, charcoal and multivariate analysis of the São Francisco de Assis core in western Rio Grande do Sul (southern Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 133, p. 235–248, 2005.

BONEBRACKE, T. C. et al. More than just indicators: a review of tropical butterfly ecology and conservation. **Biological Conservation**, v. 143, p. 1831-1841, 2010.

BROWN JR., K. S. Conservation of Neotropical Environments: Insects as Indicators. In: COLLINS, N. M.; THOMAS, J. A. (Eds.). **The conservation of insects and their habitats**. London: Academic Press, 1991. p. 350-404.

BROWN JR., K. S.; BROWN, G. G. Habitat alteration and species loss in Brazilian forests. In: WHITMORE, T. C.; SAYER, J. A. (Eds.). **Tropical deforestation and species extinction**. London: Chapman and Hall, 1992, p. 119-142.

BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Lepidópteros. In: BRANDÃO, C. R. F.; CANCELO, E. M. (Orgs). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX**. Invertebrados terrestres. São Paulo: Fapesp. Vol. 5, cap. 22, 1999. p. 225-243.

BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Atlantic Forest butterflies: indicators for landscape conservation. **Biotropica**, v. 32, p. 934–956, 2000.

CECHIN, S. Z. et al. A fauna de Santa Maria. **Revista Ciência & Ambiente**. UFSM. Santa Maria, v. 1, n. 38. p. 113-144, 2009.

CORDEIRO, J. L. P.; HASENACK, H. Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P. et al. (Eds.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. Cap. 23, 2009. p. 403.

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

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 the Linnean Society**, v. 62, p. 343–364, 1997.

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 butterfly community from two Ecuadorian rainforests. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 68, n. 3, p. 333-353, 1999.

EHRlich, P. R. The structure and dynamics of butterfly populations. In: VANE~WRIGHT, R. I.; ACKERY, P. R. (Eds.). **The biology of the butterflies**. Symposium of the Royal Entomological Society of London, 11. London: Academic Press, 1984. p. 25-40.

FAHRIG, L. How much habitat is enough? **Biological Conservation**, v. 100, n. 1, p. 65–74, jul. 2001.

FREITAS, A. V. L. et al. Parte I. Informações Gerais. In: FREITAS, A. V. L.; MARINI-FILHO, O. J. (Orgs.). **Plano de ação nacional para a conservação dos lepidópteros ameaçados de extinção**. Série Espécies Ameaçadas nº 13. ICMBio, Brasília: Brasil, 2011. p. 15-74.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. 2011. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: Período 2008-2010**. São Paulo.

FURLANETTI, P. R. R. **A comunidade de borboletas frugívoras de áreas em processo de restauração, fragmentos de floresta estacional semidecidual e pastagens**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

HAMER, K. C.; HILL, J. K. Scale-dependent consequences of habitat modification for species diversity in tropical forests. **Conservation Biology**, v. 14, n. 5, p. 1435-1440, 2000.

HAMER, K. C. et al. Ecology of butterflies in natural and selectively-logged forests of northern Borneo: the importance of habitat heterogeneity. **Journal of Applied Ecology**, v. 40, p. 150–162, 2003.

HARPER, K. A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 768-782, 2005.

HASENACK, H. (Org.) **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa**. In: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Sumário Executivo do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília: MMA/SBF, 2006.

HUGHES, J. B.; DAILY, G. C.; EHRLICH, P. R. Use of fruit bait traps for monitoring of butterflies (Lepidoptera: Nymphalidae). **Revista de Biologia Tropical**, v. 46, n. 3, p. 697–704, 1998.

IBGE, 1993. **Mapa de vegetação do Brasil**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro.

IBGE, 2004. **Mapa da vegetação do Brasil e mapa de biomas do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 8 mai. 2011.

LANDAU, B.; PROWELL, D.; CARLTON, C. E. Intensive versus longterm sampling to assess lepidopteran diversity in southern mixed mesophytic forest. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 92, p. 435–441, 1999.

LAURENCE, W. F. Do edge effects occur over large spatial scales? **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, n. 4, p. 134-135, 2000.

LAURANCE, W. F.; COCHRANE, M. A. Synergistic effects in fragmented landscapes. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1488-1499, 2001.

LEWIS, O. T. Effects of experimental selective logging on tropical butterflies. **Conservation Biology**, v. 15, n. 2, p. 389–400, 2001.

McGEOCH, M. A. The selection, testing and application of terrestrial insects as bioindicators. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998.

MITTERMEIER, R. A. et al. (Eds.). **Hotspots revised: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. CEMEX, Monterrey; Conservation International, Washington D.C.; and Agrupación Sierra Madre, Mexico, 2004. 390 p.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-845, 2000.

NEW, T. R. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? **Journal of Insect Conservation**, v. 1, n. 1, p. 5-12, 1997.

OVERBECK, G. et al. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. **Journal of Vegetation Science**, v. 16, n. 6, p. 655-664, 2005.

OVERBECK, G.E. et al. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 4, 1073-1090, 2006.

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

OVERBECK, G. E. et al. Os campos sulinos: um bioma negligenciado. In: PILLAR, V. P. et al. (Eds). **Campos Sulinos: Conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. p. 26-41.

PRESS, J. et al. **Para entender a Terra**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 656 p.

RIBEIRO, M. C. et al. 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.

RIBEIRO, D. B. et al. The importance of small scales to the fruit-feeding butterfly assemblages in a fragmented landscape. **Biodivers. Conserv.** v. 21, n. 3, p. 811-827, 2012.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 6 ed., 2010. 546 p.

SAWCHIK, J. et al. Metapopulation dynamics of the bog fritillary butterfly: modelling the effect of habitat fragmentation. **Acta Oecologica**, v. 23, n. 5, p. 287-296, 2002.

SCHULZE, C. H. et al. Biodiversity indicator groups of tropical land-use systems: comparing plants, birds, and insects. **Ecological Applications**, v. 14, n. 5, p. 1321–1333, 2004.

SILVA, J. M. C.; CASTELETI, C. H. M. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Eds.). **The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook**. CABS and Island Press, Washington, 2003. p. 43–59.

SILVA, W. G. S. et al. Relief influence on the spatial distribution of the Atlantic Forest cover at the Ibiúna Plateau, SP. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 403–411, 2007.

UEHARA-PRADO, M. **Efeitos da fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista**. 2003. 144 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

UEHARA-PRADO, M.; BROWN JR., 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.

VITOUSEK, P. M. et al. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, v. 277, n. 5325, p. 494-499, 1997.

WAHLBERG, N. et al. Nymphalid butterflies diversity following near demise at the Cretaceous/Tertiary boundary. **Proceedings of the Royal Society B.**, v. 276, p. 4295-4302, 2009.

ARTIGO 1

Lista de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) de uma área de transição ecológica no Sul do Brasil

Ricardo Luís Spaniol^{1,3} & Ana Beatriz Barros de Moraes^{1,2}

¹ *Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal. Faixa de Camobi, Km 09. 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil. www.ufsm.br/pbiod*

² *Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Biologia. Faixa de Camobi, Km 09. 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil. www.ufsm.br/ccne*

³ *Autor para correspondência: Ricardo Luís Spaniol, e-mail: ricardospaniol@yahoo.com.br*

Resumo: O presente estudo teve como objetivo principal inventariar a guilda de borboletas frugívoras numa área de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, localizada na região central do estado do Rio Grande do Sul. Entre outubro de 2011 e maio de 2012, foram realizadas amostragens mensais em quatro áreas no município de Santa Maria, duas destas sob influência do bioma Mata Atlântica, e outras duas do Pampa. Para a captura das borboletas, foram utilizadas armadilhas com isca atrativa à base de banana fermentada em caldo de cana. Após um esforço amostral de 7.700 horas/armadilha, foram amostradas 1.829 borboletas frugívoras, distribuídas em 40 espécies e quatro subfamílias. *Erichthodes narapa* (Schaus, 1902) representou um novo registro para o estado, e outras 13 espécies constituíram-se em novos registros para o município de Santa Maria. O presente estudo buscou ampliar o conhecimento sobre a guilda de borboletas frugívoras para a região central do Rio Grande do Sul, para que quando aliado aos demais trabalhos existentes em escalas locais e regionais, possam gerar informações necessárias na conservação deste grupo e de seus ambientes.

Palavras-chave: *conservação, inventário, Mata Atlântica, Pampa, Satyrinae.*

Abstract: This study aimed to inventory the fruit-feeding butterflies guild in a transition area between the Atlantic Forest and Pampa biomes, located in the central region of Rio Grande do Sul State. From October 2011 to May 2012, monthly sampling was performed in four areas in the municipality of Santa Maria, two of these under the Atlantic Forest biome domain and two under the Pampa biome domain. Traps with attractive baits of fermented banana in sugar cane juice were used to capture the butterflies. After a 7,700 hours/trap sampling effort, 1,829 fruit-feeding butterflies were sampled, distributed into 40 species and four subfamilies.

Erichthodes narapa (Schaus, 1902) represented a new record for the State, and another 13 species constituted new records for Santa Maria municipality. This study aimed to increase the knowledge about the guild of fruit-feeding butterflies in the central region of Rio Grande do Sul State. Summed with other local and regional scale works, these data can generate necessary information for the conservation of this group and its environments.

Keywords: *Atlantic Forest, conservation, inventory, Pampa, Satyrinae.*

Introdução

A guilda de borboletas frugívoras é representada por quatro subfamílias pertencentes à família Nymphalidae: Satyrinae (incluindo as tribos Satyrini, Brassolini e Morphini), Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae (tribo Coeini) (Wahlberg et al. 2009). Como característica principal deste grupo, os indivíduos adultos obtêm seus recursos alimentares através de frutas fermentadas (e outros itens como exudatos de plantas, fezes e carcaças), sendo facilmente amostrados com o uso de armadilhas contendo isca atrativa (DeVries 1987, DeVries et al. 1997).

No Rio Grande do Sul, para algumas áreas já existe um conhecimento razoável da fauna de borboletas (Morais et al. 2007), porém ainda existem diversas lacunas de conhecimento, principalmente em relação a guilda de borboletas frugívoras. Os primeiros estudos com borboletas no Estado que descrevem o uso de armadilhas com iscas atrativas foram realizados por Teston & Corseuil (2002), no município de São Francisco de Paula, e Quadros et al. (2004), na Planície Costeira norte. A partir dos estudos de Santos et al. (2011), que elaboraram um guia com as borboletas frugívoras do Vale do Rio Maquiné e da Floresta Nacional de São Francisco de Paula, e de Pedrotti et al. (2011) em uma área particular de Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, o método de amostragem com armadilhas atrativas foi padronizado. Silva (2011) realizou um inventário no Jardim Horto Botânico do município de Capão do Leão, enquanto Bellaver et al. (2012) caracterizaram o grupo em Matas Paludosas e de Restingas na Planície Costeira norte dos municípios de Torres, Morrinhos do Sul, Mampituba, Dom Pedro de Alcântara e Passo de Torres. Percebe-se com isso, que todos os estudos se concentram em regiões muito localizadas na Mata Atlântica, caracterizando uma maior escassez de informações voltadas para o Pampa.

Estima-se que a Mata Atlântica abriga até 8% do número total espécies que compõe a flora e fauna no mundo (Silva & Casteleti 2003), e contém cerca de 2/3 das espécies de borboletas brasileiras, muitas destas endêmicas e de difícil registro (Brown 1996). No Brasil,

este bioma se estende por 17 estados ao longo da região costeira (Ribeiro et al. 2009). No entanto, restam cerca de 12% de sua cobertura florestal original, sendo que deste total, 97% compreendem remanescentes menores que 250 hectares (Ribeiro et al. 2009). Este valor é ainda mais crítico no Rio Grande do Sul, onde atualmente são encontrados apenas 7,5% da cobertura original da Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2011).

O Pampa é o único bioma brasileiro encontrado em um único estado, ocupando 63% da área do Rio Grande do Sul, o que corresponde a 2% do território brasileiro (IBGE 2004). O tipo de vegetação predominante neste bioma é composto por muitas espécies herbáceas, arbustivas e de arvoretas coexistindo em uma matriz de gramíneas (Martino 2004, Overbeck et al. 2006, 2009). As formações florestais densas são pouco comuns, com maior presença no limite norte deste bioma, junto à área de transição com a Mata Atlântica. Nas demais regiões, formações vegetais com árvores são encontradas principalmente em florestas de galeria, capões e florestas arbustivas (Overbeck et al. 2006). No entanto, apesar da identificação de áreas de importância biológica para conservação, ainda não existem estimativas para a riqueza da fauna de invertebrados terrestres presentes (PROBIO, 2006).

O município de Santa Maria localiza-se na região central do Rio Grande do Sul, onde se encontra uma das regiões limítrofes dos dois biomas presentes no estado, Mata Atlântica e Pampa. Essa região é considerada área de tensão ecológica por se constituir em zona de transição ou ecótono entre os dois domínios (CORDEIRO; HASENACK, 2009) e caracterizada por grande heterogeneidade ambiental, capaz de abrigar considerável biodiversidade (CECHIN et al. 2009). A estimativa mais recente indica uma riqueza de 200 espécies de borboletas para a região (CECHIN et al. 2009), baseada principalmente em inventários da guilda de nectarívoras. Apesar da crescente atenção voltada aos trabalhos envolvendo a guilda de borboletas frugívoras nos últimos anos, é de extrema importância inserir novos dados e informações ao conhecimento existente, contemplando regiões pouco pesquisadas no Estado, em especial o bioma Pampa. Assim sendo, o presente estudo buscará ampliar o conhecimento da fauna local de borboletas, através da elaboração de uma lista das espécies frugívoras do Pampa e da Mata Atlântica da região central do Rio Grande do Sul e comparar com demais estudos desenvolvidos no Estado.

Material e Métodos

1. Área de estudo

O presente estudo foi realizado no município de Santa Maria (29°42'S e 52°42'W), geograficamente posicionado na região central do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). De acordo com Maluf (2000), o clima da região é do tipo Subtropical Úmido (STUM), apresentando temperatura média de 19,2°C e precipitação média anual de 1708 mm.

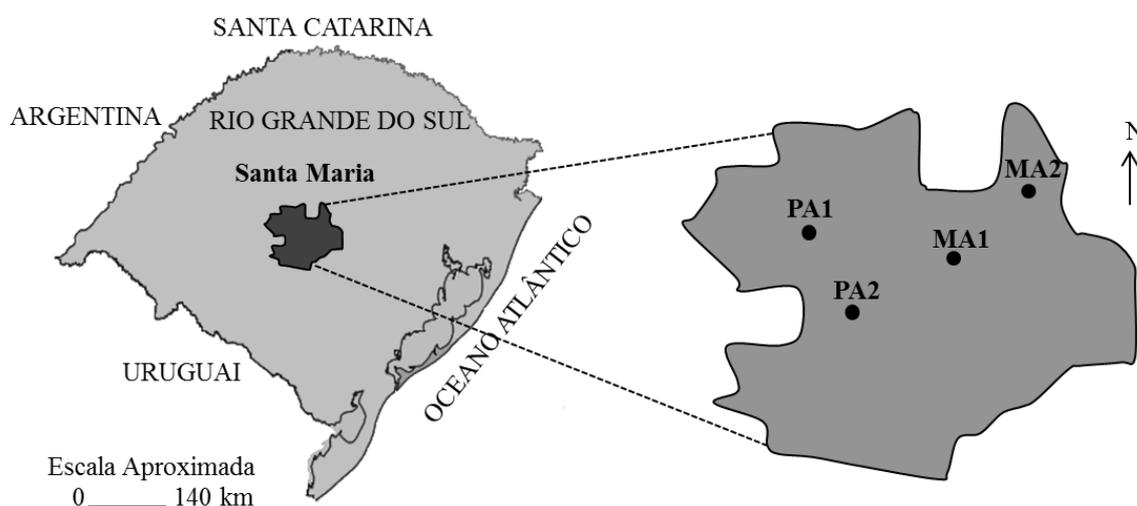


Figura 1. Mapa com a localização das quatro áreas amostrais no município de Santa Maria, região central do estado do Rio Grande do Sul, onde MA1 e MA2 representam as áreas amostrais de Mata Atlântica e PA1 e PA2 de Pampa.

Duas das quatro áreas amostrais, Morro Cerrito e Três Barras, localizam-se sob a influência do domínio da Mata Atlântica, com vegetação pertencente à Floresta Estacional Decidual (Pereira 1989). A vegetação florestal original foi intensamente explorada com o início da colonização do atual município de Santa Maria, ao final do século XVIII, sendo que os remanescentes florestais atualmente existentes apresentam características típicas de estágio secundário de sucessão. Sua composição florística compreende principalmente espécies de Fabaceae, como o angico (*Parapitadenia rígida*), grápia (*Apuleia leiocarpa*), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), entre muitas outras que também ocupam o dossel superior. Já no estrato médio predominam espécies de canela (como *Ocotea puberula* e *Nectandra lanceolata*) além de indivíduos jovens de espécies que virão a ocupar o dossel. Há ainda extratos de arvoretas (*Gymnanthes concolor*, *Casearia silvestris*) e de arbustos (*Urera baccifera*, *Daphnopsis racemosa*), além de lianas (Bignoniaceae) e algumas plantas epífitas (pteridófitas, orquídeas e bromélias), enquanto que o ambiente de borda é ocupado por um

emaranhado de arvoretas, arbustos e plantas escandentes (*Casearia silvestris*, *Eugenia uniflora* entre outros) (Marchiori 2009).

As outras duas áreas, Criadouro Conservacionista São Braz e Centro de Instruções de Santa Maria apresentam características associadas ao Pampa. Conforme Overbeck et al. (2009), o uso do termo “campos” é ideal para designar a vegetação presente neste bioma. A flora campestre da região compreende uma grande diversidade de Poaceae (*Andropogon lateralis*, *Aristida jubata* e *A. laevis*), Asteraceae (gêneros *Baccharis*, *Vernonia* e *Eupatorium*) e Apiaceae (gênero *Eryngium*), além da presença conspícua de Mirtaceae (*Campomanesia aurea*, *Acca sellowiana*) em solo arenoso próximo a Serra Geral da região central do estado (Marchiori 2009). Várias espécies vegetais presentes no bioma Pampa são de ocorrência endêmica (Overbeck et al. 2006, 2009).

O Morro Cerrito (MA1) (29°42'002"S e 53°47'201"W) corresponde a um remanescente de Floresta Estacional Decidual localizado em área privada dentro do perímetro urbano, no Bairro Cerrito. Possui uma área aproximada de 20 hectares e altitude média de 665 m. Na sua área encontram-se construções para realizações de eventos, presença de pomar e plantação de exóticas como *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp. Não há presença de corpo d'água neste fragmento florestal.

Três Barras (MA2) (29°36'637"S e 53°42'415"W) corresponde a uma propriedade particular de 15 hectares distante aproximadamente 16 km do perímetro urbano da cidade, no distrito de Três Barras. Com altitude média de 643 m, a área apresenta grande heterogeneidade estrutural da vegetação, com fragmentos florestais e vegetação em diferentes estágios de sucessão decorrentes do abandono de lavouras. Essa área conecta-se com outros remanescentes florestais, que se estendem ao decorrer de um relevo montanhoso, e conta com a presença de um pequeno córrego temporário.

O Criadouro Conservacionista São Braz (PA1) (29°41'933"S e 53°54'987"W) localiza-se no Distrito de Boca do Monte, a 12 km da sede do município. É considerada uma área de campo que se insere numa propriedade particular de 26 hectares, com altitude média de 322 m, possuindo alguns capões, mata ciliar, além da presença de dois açudes e um córrego. O acesso de pessoas é restringido pelo IBAMA por se tratar de um centro de acolhimento de animais silvestres. A vegetação predominante é composta principalmente por gramíneas (Poaceae), além da presença de *Eucalyptus* sp., sendo que moderadas atividades agropecuárias são ali desenvolvidas. 29

O Campo de Instrução de Santa Maria (PA2) (29°44'569"S e 53°50'774"W) fica no distrito de São Valentim, a 16 km da sede do município de Santa Maria. Corresponde a uma

área de 5.876 hectares com altitude média de 418 m, na qual são desenvolvidas atividades de treinamento do Exército, compreendendo um maior fluxo de pessoas, além do pastoreio de bovinos e equinos. Na área amostral são encontrados fragmentos de matas ciliares aos arredores de uma nascente, além de monoculturas de *Eucalyptus* sp. localizadas nas proximidades.

2. Amostragem

A metodologia de amostragem do presente estudo segue o protocolo descrito por Uehara-Prado et al. (2005), adaptado de DeVries et al. (1997). Em cada uma das quatro áreas foram realizadas amostragens mensais entre outubro a maio, período no qual as borboletas frugívoras se encontram em sua maior atividade no ano Ribeiro et al. (2010). Para a captura dos indivíduos, foram utilizadas armadilhas contendo iscas atrativas (banana fermentada 48h em caldo de cana), que permaneceram expostas durante quatro dias, com revisões em intervalos de 24 horas para identificação, marcação e liberação dos indivíduos capturados bem como a renovação da isca.

A armadilha por sua vez, consiste de um cilindro confeccionado com tecido do tipo voal, contendo um suporte de PVC (policloreto de vinila) em sua base. Entre o cilindro e o suporte, uma abertura de 4 cm permite a colocação da isca dentro de pequenos recipientes plásticos, atraindo espécimes que adentram por este mesmo espaço. Este cilindro possui 110 cm de altura com um diâmetro de 35 cm, contendo em seu interior um funil de 30 cm de altura com 22 cm de largura para auxiliar na detenção das borboletas capturadas. Estas permaneceram suspensas a 1,5 m acima do solo, sendo afixadas em árvores e arbustos presentes nas áreas. Em cada um dos sítios de amostragem foram instaladas duas unidades amostrais equidistantes 50 m entre si, contendo cinco armadilhas cada, sendo que as armadilhas foram expostas em intervalos de aproximadamente 20 m uma da outra.

As borboletas capturadas foram identificadas e marcadas numericamente com o uso de canetas marcadoras atóxicas junto ao local da armadilha, sendo posteriormente liberadas. A coleta somente ocorreu mediante necessidade de identificações minuciosas através de acervo disponível em laboratório e/ou por especialistas, como também para disponibilizar material testemunho. A nomenclatura em nível de espécie segue Lamas (2004) e a classificação taxonômica das subfamílias segue Wahlberg et al. (2009). Todo procedimento de coleta foi executado com amparo de licença expedido pela ICMBio (Licença de coleta ICMBio/SISBIO 30708-1). O material testemunho encontra-se depositado na Coleção de Referência do

Laboratório de Interações Inseto-Planta do Departamento de Biologia, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

3. Análise dos dados

Para elucidar a riqueza de espécies exclusivas e compartilhadas entre a Mata Atlântica e o Pampa, foi construído um diagrama de Venn. Foram plotadas curvas de suficiência amostral para cada uma das áreas amostrais, e avaliados os estimadores de riqueza calculados pelo programa EstimateSWin800 (Colwell 2007), verificando se as amostras obtidas representaram adequadamente as assembleias de borboletas frugívoras. O critério para escolha do melhor estimador baseou-se no fato dele se apresentar estável independentemente do tamanho da amostra, possuir estabilidade no desvio padrão e se estabilizar com o mínimo possível de esforço de coleta.

Para a confirmação de novos registros para o Rio Grande do Sul, foram consultados todos os trabalhos publicados envolvendo registros da família Nymphalidae para o estado (Biezanko 1960a, Biezanko 1960b, Link & Alvarez-Filho 1979, Link et al. 1980, Teston 2000; Teston & Corseuil 2002a, Teston & Corseuil 2002b, Iserhard & Romanowski 2004, Quadros et al. 2004, Marchiori & Romanowski 2006a, Marchiori & Romanowski 2006b, Dessuy & Morais 2007, Giovenardi et al. 2008, Lemes et al. 2008, Paz et al. 2008; Sackis & Morais 2008, Teston & Corseuil 2008a, Teston & Corseuil 2008b, Teston & Corseuil 2008c, Bonfanti et al. 2009, Romanowski et al. 2009, Iserhard et al. 2010, Pedrotti et al. 2011, Santos et al. 2011, Ritter et al. 2011; Rosa et al. 2011; Belaver et al. 2012, Morais et al. 2012). Já os novos registros para o município de Santa Maria foram confirmados após consulta às publicações já existentes para a região (Link & Alvarez-Filho 1979, Link et al. 1980, Dessuy & Morais 2007, Lemes et al. 2008, Sackis & Morais 2008).

Resultados

No total de sete amostragens, correspondendo a 7.700 horas/armadilha, foram capturadas 1.829 borboletas frugívoras, pertencentes a 40 espécies e quatro subfamílias (Tabela 1).

Tabela 1. Borboletas frugívoras amostradas em áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e Pampa, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012. (*) Novos registros para o município de Santa Maria e (**) Primeiro registro para o estado do Rio Grande do Sul.

Família/Subfamílias/Tribos/Espécies	Biomas	
	Mata Atlântica	Pampa
NYMPHALIDAE		
Satyrinae		
Brassolini		
* <i>Blepolenis batea batea</i> (Hübner, [1821])	X	
<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1775)	X	
* <i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, [1825])	X	
<i>Eriphanis reevesii</i> (Doubleday, 1849)	X	X
<i>Opsiphanes invirae remoliatus</i> Fruhstorfer, 1907	X	X
<i>Opsiphanes quiteria meridionalis</i> Staudinger, 1887	X	
* <i>Penetes pamphanis</i> Doubleday, [1849]	X	
Morphini		
<i>Morpho aega</i> (Hübner, 1822)	X	
<i>Morpho helenor achillides</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	X	X
Satyrini		
<i>Capronnieria galesus</i> (Godart, [1824])		X
<i>Carminda paeon</i> (Godart, [1824])	X	X
** <i>Erichthodes narapa</i> (Schaus, 1902)		X
* <i>Forsterinaria necys</i> (Godart, [1824])	X	X
* <i>Godartiana muscosa</i> (Butler, 1870)	X	
<i>Hermeuptychia atalanta</i> (Butler, 1867)	X	X
<i>Hermeuptychia gisella</i> (Hayward, 1957)	X	X
<i>Hermeuptychia</i> sp.	X	X
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	X	X
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	X	X
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	X	X
<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)	X	
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, [1821]	X	X
<i>Ypthimoides celmis</i> (Godart, [1824])	X	X
<i>Ypthimoides ordinaria</i> Freitas, Kaminski & Mielke, 2012	X	X
Biblidinae		
Ageroniini		
<i>Hamadryas epinome</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	X	X
<i>Hamadryas februa februa</i> (Hübner, [1823])	X	X
Biblidini		
<i>Biblis hyperia nectanabis</i> (Fruhstorfer, 1909)	X	X
Catagrammini		
* <i>Callicore pygas eucale</i> (Fruhstorfer, 1916)	X	X
<i>Diaethria candrena candrena</i> (Godart, [1824])		X
Catonephelini		
<i>Eunica eburnea</i> Fruhstorfer, 1907		X
Epiphilini		
<i>Epiphile hubneri</i> Hewitson, 1861	X	X

* <i>Epiphile orea orea</i> (Hübner, [1823])	X	
Charaxinae		
Anaeini		
* <i>Memphis acidalia victoria</i> (H. Druce, 1877)	X	
<i>Memphis moruus stheno</i> (Prittwitz, 1865)	X	X
<i>Zaretis strigosus</i> (Gmelin, [1790])	X	X
Preponini		
* <i>Archaeoprepona amphimachus pseudomeander</i> (Fruhstorfer, 1906)	X	
<i>Archaeoprepona chalciope</i> (Hübner, [1823])	X	
* <i>Archaeoprepona demophon thalpius</i> (Hübner, [1814])	X	
* <i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, [1814])	X	X
* <i>Prepona pylene pylene</i> Hewitson, [1854]	X	X
Nymphalinae		
Coeini		
* <i>Smyrna blomfieldia blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	X	X
S total= 40	36	27

Da riqueza total, 23 espécies foram comuns às áreas associadas aos dois biomas, outras quatro foram amostradas exclusivamente nas áreas campestres e 13 ocorreram unicamente nas áreas florestadas (Figura 2).

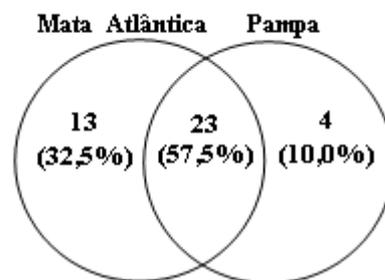


Figura 2. Diagrama de Venn para a riqueza de espécies de borboletas frugívoras exclusivas e compartilhadas nos ambientes amostrados dos biomas Mata Atlântica e Pampa, entre outubro de 2011 e maio de 2012.

Com base na bibliografia existente, o presente estudo acrescentou 13 novos registros de borboletas frugívoras para o município de Santa Maria. Além desta contribuição, o Satyrinae *Erichthodes narapa* (Schaus, 1902) (Criadouro Conservacionista São Braz, 19.X.2011, Iserhard *det.*; Spaniol *leg.*) foi amostrado pela primeira vez no estado do Rio Grande do Sul através de um único exemplar capturado em área associada ao domínio do bioma Pampa (Tabela 1).

A subfamília Satyrinae concentrou o maior número de espécies nas quatro áreas amostradas. Em seguida, aparecem Charaxinae e Biblidinae com a maior riqueza em MA1 e MA2, sendo que o inverso foi observado em PA1 e PA2. Com uma única espécie registrada, a subfamília Nymphalinae também esteve presente em todas as áreas (Figura 3).

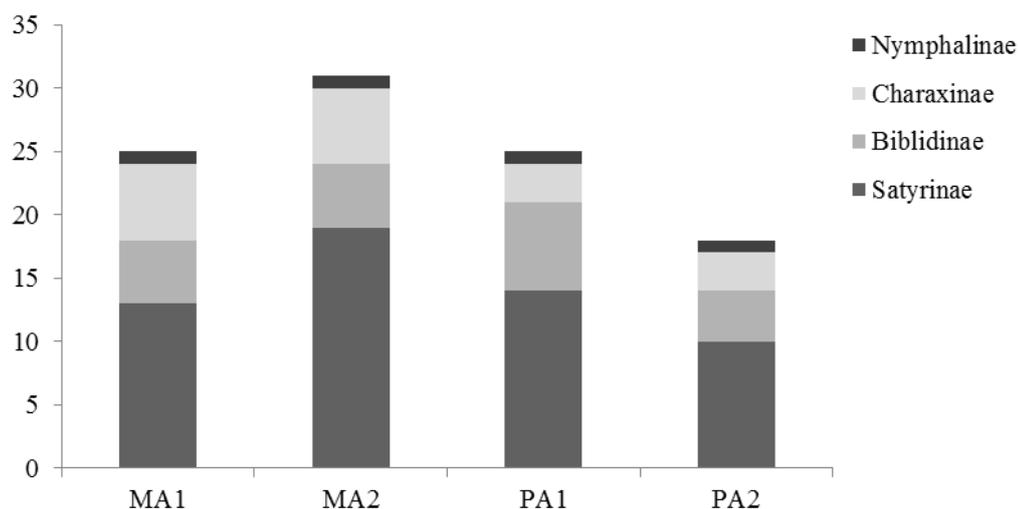


Figura 3. Riqueza de borboletas frugívoras por subfamília, amostradas nas áreas de Mata Atlântica (MA1 e MA2) e do Pampa (PA1 e PA2), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.

Aproximadamente três quartos das borboletas capturadas (1.362 indivíduos) pertenciam à tribo Satyrini, estando em sua ampla maioria associadas a uma das duas áreas campestres. Considerando a fauna total de borboletas frugívoras amostrada, *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) concentrou a maior abundância, seguida por *Moneuptychia soter* (Butler, 1877) e *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865). Além dessas espécies, *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) também apresentou abundância maior do que 100 indivíduos. Por outro lado, 19 espécies somaram menos de 10 exemplares cada, estando geralmente restritas a uma única área ou às áreas com predomínio vegetal similar. Dentre a fauna total, foram registrados seis “singletons” e cinco “doubletons”.

Os parâmetros de riqueza e abundância das assembleias de borboletas frugívoras apresentaram variações, principalmente entre as áreas associadas aos diferentes biomas. O número de espécies de borboletas frugívoras variou entre 18 (PA2) e 31 (MA2). A abundância por sua vez, oscilou de 263 (MA1) a 786 (PA2) borboletas (Tabela 2).

Tabela 2. Riqueza de espécies, abundância e estimador analítico de riqueza de espécies Jackknife 1 para a guilda de borboletas frugívoras amostrada em áreas de Mata Atlântica (MA1 e MA2) e Pampa (PA1 e PA2), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.

Áreas amostrais	MA1	MA2	PA1	PA2	Total
Riqueza de espécies	25	31	25	18	40
Abundância	263	358	422	786	1829
Singletons	5	9	9	4	6
Doubletons	3	2	2	5	5
Jackknife 1	$25,92 \pm 2,12$	$35,85 \pm 2,74$	$29,85 \pm 2,95$	$20,93 \pm 2,14$	

Conforme verificado a partir do estimador de riqueza Jackknife 1 (Tabela 2), a riqueza estimada se mostrou próxima do número de espécies encontrados em cada área amostral. As curvas de rarefação por sua vez, ainda não atingiram a assíntota, e mostram uma maior ascendência nas áreas amostrais MA2 e PA1 (Figura 4).

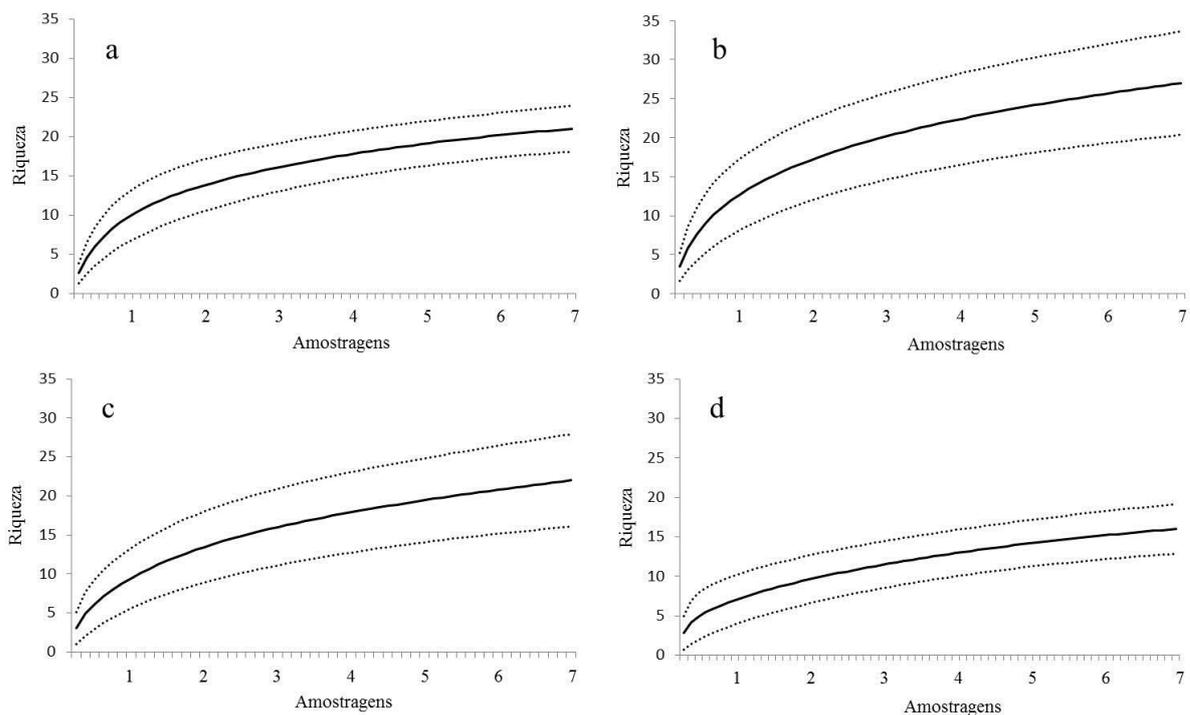


Figura 4. Curvas de suficiência amostral para a guilda de borboletas frugívoras amostrada em áreas de Mata Atlântica (a) MA1 e (b) MA2; e Pampa (c) PA1 e (d) PA2, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.

Foram realizadas 136 recapturas de borboletas frugívoras, o que correspondeu a 11,20% do total de borboletas marcadas. Porém, a ampla maioria das recapturas ocorreram nos dias imediatamente subsequentes à marcação. Apenas 16 borboletas foram recapturadas entre intervalos maiores variando de um a cinco meses, das quais 15 ocorreram dentro da

mesma unidade amostral na qual foram inicialmente marcadas, com destaque para um indivíduo de *H. epinome*, recapturado após 150 dias de sua marcação inicial na área de Mata Atlântica MA2. Nenhum deslocamento entre áreas foi constatado, sendo que o maior observado foi para um indivíduo de *Y. celmis* junto a área campestre PA1, recapturado a uma distância aproximada de 100 m do local da captura inicial, após um intervalo de 24 horas.

Discussão

O total de espécies de borboletas frugívoras registrado no presente estudo (S=40) se mostrou superior ao que vem sendo encontrado nos demais trabalhos no Rio Grande do Sul, concentrados essencialmente em áreas de Mata Atlântica (Teixeira 2008, Pedrotti et al. 2011, Bellaver et al. 2012, Silva 2011). Apenas Santos et al. (2011), registraram riqueza superior à registrada aqui, no entanto, ela foi obtida através da compilação de inventariamentos realizados com uso de rede entomológica e armadilhas com isca atrativa. Embora os trabalhos acima citados tenham sido realizados com diferentes esforços amostrais, e em certos casos em uma área mais restrita e menor, tais comparações sugerem que a heterogeneidade ambiental gerada pelo contato entre os biomas Mata Atlântica e Pampa possa ser favorável para a manutenção de um grande número de espécies de borboletas frugívoras.

A espécie *E. narapa*, amostrada neste estudo pela primeira vez no Rio Grande do Sul, era até então conhecida em áreas do bioma Cerrado, Brasília/DF (Emery et al. 2006, Pinheiro & Emery 2006), enquanto o limite sul de sua distribuição no país era o estado do Paraná, em ambientes de campo nativo (Dolibaina et al. 2011). Já o presente registro foi obtido em área campestre, aumentando em mais de 600 km sua distribuição meridional, no mesmo tipo de fisionomia dos locais em que a espécie tem sido observada até o presente momento no Brasil.

A subfamília Satyrinae concentrou a maior riqueza de espécies nas quatro áreas amostradas, representatividade que também foi encontrada em outros estudos com a guilda de borboletas frugívoras no estado, como Teixeira (2008), Pedrotti et al. (2011) e Bellaver et al. (2012). Já a alta abundância de indivíduos obtida para os representantes da tribo Satyrini esteve associada principalmente às áreas campestres. Conforme Beccaloni et al. (2008), as plantas hospedeiras de Satyrini são compostas principalmente por representantes da família Poaceae, vegetação esta predominante em ambientes sob domínio do bioma Pampa. Desta forma, elevadas densidades populacionais poderiam ser esperadas para este grupo nas áreas PA1 e PA2.

A riqueza de borboletas frugívoras registrada em cada uma das áreas amostrais se apresentou próxima dos valores indicados pelo estimador de riqueza Jackknife 1, sugerindo que o grupo foi adequadamente representado. Ainda assim, as curvas de suficiência amostral se mostram crescentes, e a partir de um aumento no esforço amostral, bem como um acréscimo de dias e de meses amostrados, é provável que novos registros de espécies pudessem ser obtidos, se aproximando ainda mais aos valores da riqueza estimada.

A maior riqueza de espécies registrada em MA2, comparada com MA1, pode estar associada a maior conectividade deste fragmento florestal com a vegetação do entorno nessa primeira área (Brown & Freitas 2003, Uehara-Prado et al. 2005). No entanto, apesar do ambiente de entorno de PA1 ser predominantemente urbano e antropizado, Dessuy & Morais (2007), usando a metodologia de rede entomológica, compilaram 89 espécies de borboletas para esta área, reforçando a importância deste remanescente florestal como potencial de refúgio para o grupo. Embora nenhuma das duas áreas campestres amostradas no presente estudo apresente contato direto com a malha urbana, há um maior fluxo de pessoas em PA2, além da maior possibilidade de ocorrência de incêndios nos períodos quentes e secos do ano, como ocorreu no mês de janeiro de 2012 em áreas próximas ao sítio amostral. Dessa forma, acredita-se que tais fatores poderiam estar contribuindo para depauperar a riqueza de borboletas nesta área. Overbeck et al. (2005) estudando a influência do fogo sobre a vegetação de áreas campestres no Rio Grande do Sul, constataram um aumento na riqueza vegetal a partir do rebrote logo após a queimada. Essa reestruturação vegetal poderia permitir que a fauna local de borboletas se restabelecesse através do recrutamento de indivíduos vindos de locais próximos. Todavia, se a matriz circundante estivesse bastante alterada, concentrando poucas espécies de borboletas, é provável que a área queimada continuasse apresentando baixa diversidade (Marini-Filho 2000).

A taxa de recaptura foi baixa quando comparada com o número de indivíduos marcados. Conforme Uehara-Prado (2003), esta taxa pode estar relacionada com características peculiares de cada espécie, tais como seu tamanho populacional, capacidade de voo, tempo de vida e até mesmo comportamento territorial. Por outro lado, o manuseio dos indivíduos durante a marcação também pode reduzir as taxas de recapturas, procedimento a partir do qual a borboleta pode passar a evitar a armadilha após sua primeira captura (Morton 1982). Com relação à longevidade, estudos em Mata Atlântica abrangendo indivíduos de *H. epinome* registraram intervalos de 125 (Uehara-Prado 2003) a 129 dias (Teixeira 2008) entre a marcação e recaptura, o que significa que o registro do presente estudo está entre os mais longevos já encontrados.

Com a crescente conversão dos ambientes naturais e as ameaças cada vez mais iminentes sobre a biodiversidade, é imprescindível estar munido de dados atualizados sobre as espécies que ocupam uma região, dentre estas as borboletas, insetos bastante sensíveis às modificações do ambiente. Estas informações possibilitam a rápida adoção de medidas práticas, através de ações que venham a contribuir por meio de estratégias conservacionistas. Dessa forma, o presente estudo buscou ampliar o conhecimento sobre a guilda de borboletas frugívoras para a região central do Rio Grande do Sul, para que quando aliados aos demais trabalhos existentes em escalas locais e regionais, possam gerar informações necessárias na conservação deste grupo e de seus ambientes.

Agradecimentos

Agradecemos aos colegas do Laboratório de Interações Inseto-Planta, Ana Luiza Paz Gomes, Ana Paula dos Santos Carvalho, Camila Graciotin, Geisa Piovesan, Renata Lemes e Taíse Colpo Ribeiro pelo auxílio nos trabalhos de campo e na identificação dos exemplares; ao Dr. Cristiano Agra Iserhard (UNICAMP) pela confirmação da identificação da espécie *E. narapa*; ao Laboratório de Ecologia de Insetos da UFRGS pela disponibilização de consultas ao acervo de borboletas; aos proprietários e responsáveis das áreas de estudo pela permissão de acesso; a Capes (Bolsa de Estudo) e CNPq (processo 563332/2010-7 - "Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros/SISBIOTA - Brasil"), pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

- BECCALONI, G.W., VILORIA, Á.L., HALL, S.K. & ROBINSON, G.S. 2008. Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales. The Natural History Museum: London.
- BELLAVER, J., ISERHARD, C.A., SANTOS, J.P., SILVA, A.K., TORRES, M., SIEWERT, R.R., MOSER, A. & ROMANOWSKI, H.P. 2012. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de Matas Paludosas e Matas de Restinga da Planície Costeira da região Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 12(4): <http://www.biotaneotropica.org.br/v12n4/en/abstract?inventory+bn01812042012>
- BIEZANKO, C.M. 1960a. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Sueste do Rio Grande do Sul. *Arq. Entomol.*, Ser. A:1-13.
- BIEZANKO, C.M. 1960b. IV. Satyridae, Morphidae et Brassolidae da Zona Missioneira do Rio Grande do Sul. *Arq. Entomol.*, Ser. B:1-10.
- BONFANTTI, D., Di MARE, R.A. & 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.
- BROWN JR., K.S. 1996. Conservation of threatened species of Brazilian butterflies. In *Decline and conservation of butterflies in Japan* (S.A. Ae., T. Hirowatari, M. Ishii & L.P. Brower, eds). *Yadoriga special issue*. Lepidopterist Society of Japan, Osaka, p.45-62.

BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2003. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *J. Insect. Conserv.* 6:217-231.

CECHIN, S.Z., MORAIS, A.B.B., CÁCERES, N.C., SANTOS, S., KOTZIAN, C.B., BEHR, E.R., ARRUDA, J.S., & DELLA FLORA, F. 2009 A fauna de Santa Maria. *Cienc. Ambient.* 38(1):113-144.

COLWELL, R.K. 2007. Estimates 8.2.0: statistical estimation of species richness and shared species from samples. University of Connecticut, Connecticut.
<http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates>

CORDEIRO, J.L.P. & HASENACK, H. 2009. Cobertura vegetal atual 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). Brasília, MMA. Cap. 23, p.285-299.

DESSUY, M.B. & MORAIS, A.B.B. 2007. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em fragmentos de Floresta Estacional Decidua em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 24(1):108-120.

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

DE VRIES, P.J., MURRAY, D. & LANDE, R. 1997. Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, (62):343–364.

DOLIBAINA, D.R., MIELKEL, 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 Neotropica*, 11(1): 341-354.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?inventory+bn00211012011>

EMERY, E.O., BROWN JR., K.S. & PINHEIRO, C.E.G. 2006. As borboletas (Lepidoptera, Papilionoidea) do Distrito Federal, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia* 50(1): 85-92.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, Período 2008-2010. <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/atlasrelatoriofinal.pdf>. (último acesso em 08/01/2013).

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.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística). 2004. Mapa da vegetação do Brasil e mapa de biomas do Brasil. <http://www.ibge.gov.br/> (último acesso em 08/05/2011).

- ISERHARD, C.A. & ROMANOWSKI, H.P. 2004. Lista de espécies de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea & Hesperioidea) da região do vale do Rio Maquine, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool.* 21(3):649-662.
- 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):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v10n1/pt/abstract?inventory+bn029100012010>
<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032010000100026>
- LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In *Atlas of Neotropical Lepidoptera*. (J.B. Heppner, ed.). Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, p.1-439.
- LEMES, R., RITTER, C.D. & MORAIS, A.B.B. 2008. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) visitantes florais no Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil. *Biotemas*, 21(4):91-98.
- LINK, D & ALVAREZ-FILHO, A. 1979. Palmeiras atacadas por lagartas de Brassolidae (Lepidoptera) em Santa Maria, RS. *Rev. Cent. Cienc. Rurais* 9(2):221-225.
- LINK, D., BIEZANKO, C.M., TARRAGÓ, M.F. & CARVALHO, S. 1980. Lepidoptera de Santa Maria e arredores. II: Morphidae e Brassolidae. *Rev. Cent. Cienc. Rurais* 10(2):191-195.
- 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. 2009. A vegetação em Santa Maria. *Cienc. Ambient.* 8(1):93-112.
- MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 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):443-454.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000200019>
- MARCHIORI, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 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.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752006000400007>
- MARINI-FILHO, O.J. 2000. Distance-limited recolonization of burned cerrado by leaf-miners and gallers in central Brazil. *Environmental Entomology*, 29(5):901-906.
- MARTINO, D. 2004. Conservación de praderas en el cono sur: valoración de las áreas protegidas existentes. *Ecosistemas*, 13(2):114-123.
- MORAIS, A.B.B., ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD, C.A., MARCHIORI, M.O. & SEGUI, R. 2007. Mariposas del sur de Sudamérica (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea). *Cienc. Ambient.* 35(2):29-46.

MORAIS, A.B.B., LEMES, R. & RITTER, C. D. 2012. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de Val de Serra, região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica*, 12(2):1-9.

<http://www.biotaneotropica.org.br/v12n2/pt/abstract?article+bn01412022012>

<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000200017>

MORTON, A.C. 1982. The effects of marking and capture on recapture frequencies of butterflies. *Oecologia*, (53):105-110.

OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D & PFADENHAUER, J. 2005. Fine-scale post-fire dynamics in southern Brazilian subtropical grassland. *Journal of Vegetation Science*, 16(6):655-664.

OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. *Braz. Journ. Biol.* 66(4):1073-1090.

OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., FIDELIS, A., PFADENHAUER, J., PILLAR, V.P., BLANCO, C.C., BOLDRINI, I.I., BOTH, R. & FORNECK, E.D. 2009. Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. 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.24-41.

PAZ, A.L.G., ROMANOWSKI, H.P. & MORAIS, A.B.B. 2008. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 8(1):

<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn01608012008>

<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100017>

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):

<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn03011012011>

PEREIRA, P.R.B., GARCIA NETTO, L.R., BORIN, C.J.A. & SARTORI, M.G.B. 1989. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria; unidades de paisagem. *Geogr. Ens. Pesqui.* (3):37-68.

PINHEIRO, C.E.G. & EMERY, E.O. 2006. As borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) da Área de Proteção Ambiental do Gama e Cabeça de Veado (Distrito Federal, Brasil). *Biota Neotropica*, 6(3):1-15.

<http://www.biotaneotropica.org.br/v6n3/pt/abstract?inventory+bn01506032006>

PROBIO. 2006. Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da Mata Atlântica e Campos Sulinos. Ministério do Meio Ambiente.

http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/relatorio%20geral%2008%20invertebrados.pdf (último acesso em 16/05/2011).

- QUADROS, F.C., DORNELES, A.L. & CORSEUIL, E. 2004. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Biociências* 12(2):147-164.
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F & HIROTA, M.M. 2009. Brazilian Atlantic Forest: how much is left and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol. Conserv.* (142):1141-1153.
- RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN JR., 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.
- RITTER, C.D., LEMES, R., MORAIS, A.B.B. & DAMBROS, C.S. 2011. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) de fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(1):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?inventory+bn00511012011>
<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100033>
- ROMANOWSKI, H.P., ISERHARD C.A. & HARTZ, S.M. 2009. Borboletas da floresta com araucária. In *Floresta com araucária: ecologia, conservação e desenvolvimento sustentável* (C.R. Fonseca, A.F. Souza, A.M. Leal-Zanchet, T.L. Dutra, A. Backes & G. Ganade, orgs). Holos, Ribeirão Preto, p.229-240.
- ROSA, P.L.P., CHIVA, E.Q. & ISERHARD, C.A. 2011. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) do sudoeste do pampa brasileiro, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(1):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?inventory+bn00411012011>
<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032011000100032>
- SACKIS, G.D. & MORAIS, A.B.B. 2008. Borboletas (Lepidoptera: Hesperioidea e Papilionoidea) do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul. *Biota Neotrop.* 8(1):21-28.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/pt/abstract?inventory+bn0190801>
<http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032008000100018>
- SANTOS, J.P., ISERHARD, C.A., TEIXEIRA, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2011. Guia de borboletas frugívoras das Florestas Ombrófilas Densa e Mista do Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotrop.* 11(3):253-274.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn03011012011> (último acesso em 26/01/2012).
- SILVA, J.M. 2011. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) do Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SILVA, J.M.C. & CASTELETI, C.H.M. 2003. Status of the biodiversity of the Atlantic Forest of Brazil. In *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats, and Outlook* (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds). CABS and Island Press, Washington, p.43-59.

- TEIXEIRA, M.O. 2008. Diversidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) e avaliação do uso de armadilhas atrativas associadas à marcação e recaptura em ambientes de Mata Atlântica, Maquiné, RS, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- TESTON, J.A. 2000. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Centro de Pesquisa e Conservação da Natureza, Pró-Mata, São Francisco de Paula, RS, Brasil. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2002a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte II. Brassolinae e Morphinae. *Biociências* 10(1):75-84.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2002b. Borboletas (Lepidoptera, Rhopalocera) ocorrentes no Centro de Pesquisas e Conservação da Natureza Pró-Mata. 3. Nymphalidae. *Divul. Mus. Ciênc.Tecnol. PUCRS*. 7:1-208.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2008a. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte IV. Apaturinae e Charaxinae. *Biociências* 16(1):28-32.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2008b. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte V. Biblidinae e Limenitidinae. *Biociências* 16(1):33-41.
- TESTON, J.A. & CORSEUIL, E. 2008c. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. Parte VI. Nymphalinae e Satyrinae. *Biociências* 16(1):42-51.
- UEHARA-PRADO, M. 2003. Efeitos da fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- 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.
- 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. London B. Biol. Sci.* 276:4295-4302. [http:// dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.1303](http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.1303)

ARTIGO 2

Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) associadas a uma região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa, RS, Brasil

Ricardo Luís Spaniol^{1,3} & Ana Beatriz Barros de Moraes^{1,2}

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal. Faixa de Camobi, Km 09. 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil. www.ufsm.br/pbiiod

² Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Biologia. Faixa de Camobi, Km 09. 97105-900. Santa Maria, RS, Brasil. www.ufsm.br/ccne

³ Autor para correspondência: Ricardo Luís Spaniol, e-mail: ricardospaniol@yahoo.com.br

Resumo: Borboletas da guilda frugívora são amplamente utilizadas como indicadoras de características ambientais. Sua rápida resposta às condições físicas e biológicas do ambiente torna este grupo uma importante ferramenta em estudos de ecologia e conservação. Aproveitando deste potencial, o presente estudo buscou identificar espécies de borboletas frugívoras indicadoras para áreas associadas a Mata Atlântica e o Pampa, presentes numa região de transição entre estes dois biomas no centro do Rio Grande do Sul. Das 40 espécies registradas, *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) e *Fosterinaria necys* (Godart, [1824]) apresentaram valor de indicação significativo para as áreas de Mata Atlântica, enquanto *Moneuptychia soter* (Butler, 1877), *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) e *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) assim o foram para as áreas de Pampa. Tanto a riqueza de espécies como a abundância de indivíduos diferiu significativamente entre as áreas associadas aos dois biomas. As variáveis microclimáticas de luminosidade, temperatura e umidade relativa estiveram associadas à ocorrência de várias espécies de borboletas frugívoras. Os resultados também reforçam a utilização da guilda de borboletas frugívoras como bioindicadora e capaz de fornecer subsídios para a conservação e monitoramento da lepidopterofauna.

Palavras-chave: conservação, ecótono, espécies indicadoras, *Hamadryas epinome*, *Moneuptychia soter*.

Abstract: Fruit-feeding guild butterflies are largely used as indicators of environmental characteristics. Their rapid responses to physical and biological environmental conditions

make them important tools in ecology and conservation studies. Taking advantage of this potential, this study aimed to identify fruit-feeding butterflies' indicator species of areas associated to the Atlantic Forest and Pampa biomes, in a transition region in the Rio Grande do Sul State central area. Of the 40 species recorded, *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) and *Fosterinaria necys* (Godart, [1824]) presented significant indication values for the Atlantic Forest associated areas, while *Moneuptychia soter* (Butler, 1877), *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) and *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) were so for the Pampa ones. Both species richness and individuals' abundance differed significantly between the areas associated with the two biomes. The microclimatic variables of luminosity, temperature and relative humidity were associated with the occurrence of several fruit-feeding butterflies' species. The results also reinforce the use of the fruit-feeding guild butterflies as bioindicator and able to provide subsidies for the lepidoptero fauna conservation and monitoring.

Keywords: *conservation, ecotone, Hamadryas epinome, indicator species, Moneuptychia soter.*

Introdução

A heterogeneidade ambiental prevê um aumento na riqueza e na diversidade de espécies como consequência de uma maior oferta de nichos (Pianka 1994), e consequentemente maiores disponibilidade de recursos. Assim, os diferentes tipos de recursos em um ambiente heterogêneo podem favorecer a diferenciação e a coexistência de uma ampla gama de espécies, contribuindo para a diversidade local (Wells et al. 2006).

Enquanto a heterogeneidade está atrelada às variações horizontais que ocorrem ao longo de uma paisagem, a complexidade de um ambiente, por sua vez, se refere ao desenvolvimento do estrato vertical, como no caso de florestas (August 1983). Em grande parte dos ambientes terrestres, a complexidade é influenciada principalmente pela riqueza e composição da comunidade vegetal (Tews et al. 2004). Assim, mesmo apresentando uma menor complexidade quando comparados com as florestas, os biomas com predomínio de vegetação campestre oferecem alta heterogeneidade estrutural (Pillar et al. 2009).

Além de apresentar respostas consistentes à perturbação antrópica, a guilda de borboletas frugívoras apresenta alta correlação com a fauna total de borboletas em áreas de Mata Atlântica (Brown & Freitas 2000), o que a torna um grupo amplamente utilizado em estudos de bioindicação e monitoramento (Ribeiro et al. 2008). Borboletas atraídas com isca à

base de frutas fermentadas vêm sendo crescentemente estudadas na região Neotropical, com um maior número de trabalhos a partir da década de 90 do século passado, a exemplo das publicações de De Vries et al. (1997, 1999). Já no Brasil, trabalhos pioneiros realizados em regiões de Mata Atlântica por Uehara-Prado et al. (2005) e Ribeiro et al. (2008) impulsionaram novos estudos com a guilda de borboletas frugívoras, incluindo o extremo sul do Brasil (Pedrotti et al. 2011, Santos et al. 2011, Silva 2011, Bellaver et al. 2012), envolvendo inventários, efeitos da fragmentação de habitats e ecologia deste grupo.

Aproximadamente 48% do território do Rio Grande do Sul permanecem inseridos no domínio do bioma Mata Atlântica, dos quais, restam em torno de 7,5% de sua cobertura original (Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2011). Já na metade sul do estado predomina o bioma Pampa, e segundo estimativas, aproximadamente 40% de sua área inicial ainda são recobertas por espécies nativas, incluindo vegetação campestre, formações florestais e mosaicos entre campo e floresta (Hasenack 2006). O município de Santa Maria está geograficamente posicionado numa área de tensão ecológica por se constituir em região de ecótono entre os domínios de Mata Atlântica e Pampa (Cordeiro & Hasenack 2009) no centro do Estado.

Aproveitando do potencial de bioindicação que a guilda de borboletas frugívoras apresenta, este estudo buscou descrever os padrões de riqueza, composição e abundância das assembleias desse grupo em ambientes florestais e campestres. Procurou-se identificar espécies com potencial de indicação para áreas associadas aos dois biomas, e ainda verificar a influência das variáveis microclimáticas de luminosidade, umidade relativa, temperatura e velocidade do vento sobre a ocorrência e abundância das borboletas frugívoras ocorrentes nesta região de transição ecológica. Acredita-se que a heterogeneidade ambiental gerada pelo contato destes dois biomas possa favorecer a coexistência de um elevado número de espécies desta guilda.

Material e Métodos

1. Área de estudo

O município de Santa Maria (29°42'S e 52°42'W) situa-se na região central do estado do Rio Grande do Sul. O clima regional é do tipo Subtropical Úmido (STUM), apresentando temperatura média de 19,2°C e precipitação média anual de 1708 mm (Maluf 2000). Foram definidas quatro áreas amostrais duas sob a influência da Mata Atlântica, com vegetação pertencente à Floresta Estacional Decidual (Pereira 1989), e duas pertencentes ao Pampa.

A vegetação florestal encontrada na área de estudo é parte de um extenso remanescente que reveste a encosta da Serra Geral, ocorrente no centro do Rio Grande do Sul. O caráter estacional desta floresta é responsável pela acentuada caducidade do estrato superior da vegetação. Sua composição florística compreende principalmente algumas Fabaceae como o angico (*Parapitadenia rígida*), grápia (*Apuleia leiocarpa*), timbaúva (*Enterolobium contorstisiliquum*), espécies estas que tendem a ocupar o dossel superior. Já no estrato médio predominam espécies de canela (como *Ocotea puberula* e *Nectandra lanceolata*), além de indivíduos ainda jovens. Arvoretas (*Gymnanthes concolor*, *Casearia silvestris*) e arbustos (*Urera baccifera*, *Daphnopsis racemosa*), além de lianas (Bignoniaceae) e algumas plantas epífitas (pteridófitas, orquídeas e bromélias) também compõem a vegetação dos estratos inferiores, enquanto que a borda é geralmente ocupada por um emaranhado de arvoretas, arbustos e plantas escandentes (*Casearia silvestris*, *Eugenia uniflora* entre outros) (Marchiori 2009).

A flora campestre da região é composta por uma grande diversidade de Poaceae, além de Asteraceae, Apiaceae e uma presença reduzida de Mirtaceae. Uma dominância de capim-caninha (*Andropogon lateralis*) é observada nos locais mais úmidos, enquanto que locais mais secos são ocupados por barbas-de-bode (*Aristida jubata* e *Aristida laevis*). As Asteraceae são representadas principalmente pelos gêneros *Baccharis*, *Vernonia* e *Eupatorium*, enquanto que as Apiaceae são capazes de atingir altas densidades a partir do gênero *Eryngium*. Algumas espécies de Mirtaceae anãs como guavirova-do-campo (*Campomanesia aurea*) e goiabeira-do-campo (*Acca sellowiana*) ocupam preferencialmente áreas de solo arenoso, com uma maior ocorrência nas proximidades da Serra Geral (Marchiori 2009).

O Morro Cerrito (MA1) corresponde a um remanescente florestal situado dentro de uma matriz urbana, no Bairro Cerrito (29°42'002"S e 53°47'201"W). Compreende uma área aproximada de 20 hectares de vegetação nativa, a uma altitude média de 665 m. Este local conta com construções para realizações de eventos, presença de pomar, além de uma extensa área com ajardinamento e algumas espécies arbóreas não nativas, como *Eucalyptus* sp. Não há presença de corpo d'água neste fragmento florestal.

Três Barras (MA2) situa-se no interior do município de Santa Maria, junto a uma propriedade particular de 15 hectares no distrito de Três Barras (29°36'637"S e 53°42'415"W), distando aproximadamente 16 km da área urbana da cidade. Sua altitude média é de 643 m, apresentando em sua paisagem uma grande heterogeneidade estrutural da vegetação através de conexões entre diversos fragmentos florestais próximos, que se distribuem ao longo de um relevo montanhoso. Esta área é limítrofe de cultivos agrícolas e por lavouras abandonadas que

atualmente se encontram em fase inicial de sucessão florestal. Há presença de um córrego temporário que percorre a área.

O Criadouro Conservacionista São Braz (PA1) (29°41'933"S e 53°54'987"W) localiza-se no Distrito de Boca do Monte, a 12 km da área urbana do município. Situados numa altitude média de 322 m, esta área conta com o predomínio de vegetação campestre, possuindo ao longo de seus 26 hectares alguns capões, açudes, além de mata ciliar acompanhando um córrego. Trata-se de uma propriedade particular com o acesso de pessoas restringido pelo IBAMA, porém conta com a realização de moderadas atividades agropecuárias. Monoculturas de *Eucalyptus* sp. também estão presentes.

O Campo de Instrução de Santa Maria (PA2) (29°44'569"S e 53°50'774"W) fica no distrito de São Valentim, a 16 km da sede do município de Santa Maria. Corresponde a uma área de 5876 hectares em uma altitude média de 418 m, na qual são desenvolvidas atividades de treinamento do exército, compreendendo um maior fluxo de pessoas, além do pastoreio de bovinos e equinos. No local de estudo também são encontradas porções de matas ciliares ao decorrer de uma nascente, além de monoculturas de *Eucalyptus* sp.

2. Amostragem

No período de outubro de 2011 a maio de 2012, foram realizadas amostragens mensais, adotando o protocolo descrito por Uehara-Prado et al. (2005). Para a captura das borboletas, foram utilizadas armadilhas contendo iscas atrativas de banana fermentada em caldo de cana por 48 horas.

A armadilha consiste de um cilindro confeccionado com tecido do tipo voal, contendo um suporte de PVC (policloreto de vinila) em sua base. Entre o cilindro e o suporte, uma abertura de 4 cm permite a colocação da isca dentro de pequenos recipientes plásticos, atraindo espécimes que adentram por este mesmo espaço. Este cilindro possui 110 cm de altura com um diâmetro de 35 cm, contendo em seu interior um funil de 30 cm de altura com 22 cm de largura para auxiliar na detenção das borboletas capturadas. Os indivíduos atraídos pela isca, na tentativa de iniciar seu voo, acabam retidos dentro do cilindro, que é fechado em sua extremidade superior. As armadilhas foram suspensas a 1,5 m acima do solo, sendo amarradas em árvores e arbustos presentes nas áreas amostrais.

Em cada uma das quatro áreas foram instaladas duas unidades amostrais equidistantes 50 m entre si, contendo cinco armadilhas cada. As armadilhas foram dispostas linearmente, espaçadas em intervalos aproximados de 20 m uma da outra. Estas permaneceram expostas

durante quatro dias, acompanhadas com revisões diárias para identificação, marcação e liberação dos indivíduos capturados bem como a renovação da isca.

As borboletas capturadas, sempre que possível, foram identificadas junto ao local da armadilha, enquanto que a coleta e subsequente sacrifício de alguns exemplares somente ocorreram mediante necessidade de identificações detalhadas através de acervo disponível em laboratório e/ou por especialistas, como também para disponibilizar material testemunho. Todo procedimento de coleta foi executado com amparo de licença expedido pela ICMBio (Licença de coleta ICMBio/SISBIO 30708-1) A nomenclatura seguiu Lamas (2004) e Wahlberg et al. (2009).

Durante cada revisão das armadilhas, foram mensuradas as variáveis microclimáticas de luminosidade, temperatura, umidade relativa, e velocidade do vento com uso de aparelho Termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil, marca Instrutherm, modelo Thal-300. A mensuração das variáveis foi realizada junto a cada armadilha durante cada ocasião amostral.

3. Análise dos dados

Para comparar os padrões de riqueza e abundância das assembleias de borboletas frugívoras amostradas em áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e Pampa, foram construídas curvas de rarefação individual, a partir do programa estatístico Past versão 2.17 (Hammer et al. 2001). Através de uma ordenação NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) foi verificado o agrupamento das assembleias a partir de uma matriz de composição e abundância de borboletas frugívoras amostradas mensalmente, utilizando Bray-Curtis como índice de associação. Esta análise foi realizada com o programa estatístico Primer 6.1.9. (Clarke & Gorley 2005). Com este mesmo programa foi ainda construído um diagrama de Whittaker para observar os padrões de dominância em cada uma das assembleias.

A associação das espécies com as áreas amostradas dos biomas Mata Atlântica e Pampa foi medida por meio de uma Análise de Espécies Indicadoras (ISA), e dessa forma, obteve-se o valor de indicação para cada espécie. Como critério, uma espécie foi considerada indicadora quando o valor de indicação fosse $\geq 25\%$, tendo necessariamente um valor de $p \leq 0,05$. Para esta análise foi utilizado o programa PC-Ord 5.31. (McCune & Mefford 2006).

As associações das abundâncias mensais das espécies de borboletas frugívoras com as variáveis microclimáticas de temperatura, umidade relativa, luminosidade e velocidade do vento, além da influência destas variáveis em cada uma das amostras mensais, foram verificadas a partir de uma Análise de Correspondência Canônica (CCA) usando o programa

Canoco for Windows (Ter Braak & Smilauer 1998). Para esta análise, foram construídas duas matrizes, uma contendo a abundância mensal das espécies e outra com as médias mensais de cada variável microclimática, de cada área amostral. Os valores da matriz ambiental foram ainda transformados subtraindo as médias mensais pela média geral da variável mensurada, e dividindo a diferença pelo seu desvio padrão.

Para as análises estatísticas, *Hermeuptychia* sp. foi retirado do conjunto de dados, uma vez que apenas os indivíduos machos foram identificados em nível de espécie, utilizando técnica que prevê a extração e análise da genitália (N.Seraphim, dados não publicados). Como este estudo não buscou o sacrifício da totalidade dos indivíduos capturados, as espécies do gênero *Memphis* também foram retiradas da análise dos dados depois de constatada a ocorrência de *Memphis acidalia victoria* (H. Druce, 1877), espécie que até então era classificada como *Memphis moruus stheno* (Prittwitz, 1865). O mesmo foi feito para o gênero *Ypthimoides* após ser publicada a descrição da espécie *Ypthimoides ordinaria* Freitas, Kaminski & Mielke, 2012 (Freitas et al. 2012), cujos indivíduos anteriormente eram classificados como *Ypthimoides celmis* (Godart, [1824]).

Resultados

Após sete amostragens, foram registradas 40 espécies e uma abundância de 1.829 borboletas frugívoras. O equivalente a 90% da riqueza total (S=36) foi registrado nas áreas associadas à Mata Atlântica (vegetação florestal), com abundância de 621 indivíduos (33,95%). Junto às áreas associadas ao Pampa (vegetação campestre), a riqueza (S=27) correspondeu a 67,50% do total de espécies registradas neste estudo, num total de 1.208 indivíduos (66,05%). A análise de rarefação demonstra que os padrões de riqueza de borboletas frugívoras diferem significativamente entre as áreas associadas aos biomas Mata Atlântica e o Pampa (Figura 1).

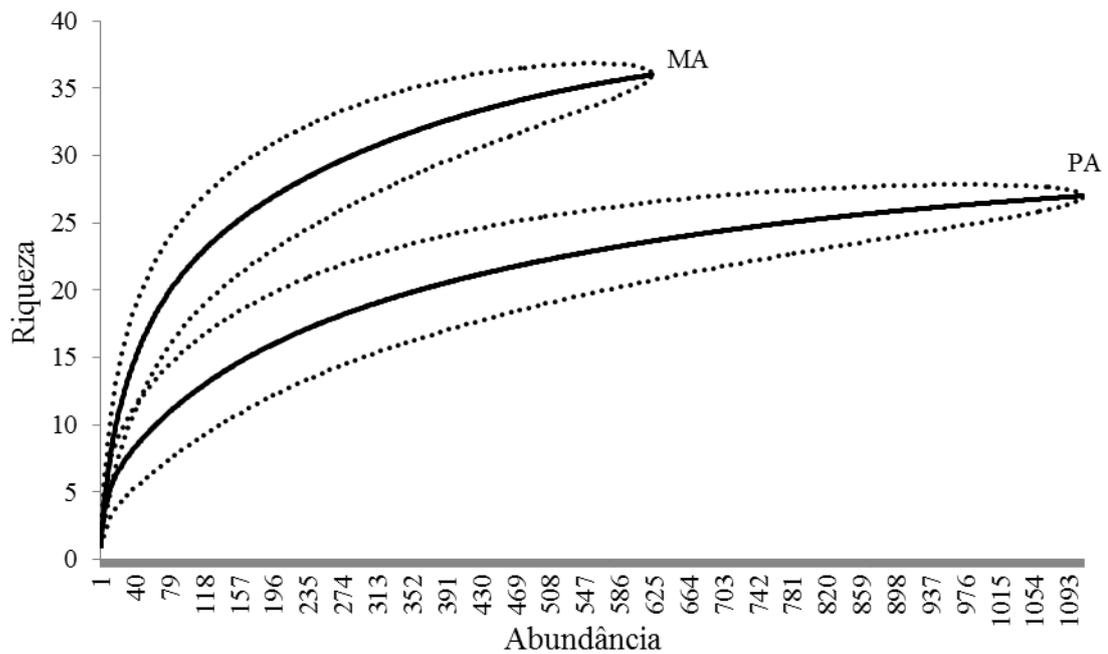


Figura 1. Análise de rarefação das assembleias de borboletas frugívoras amostradas em áreas associadas ao domínio dos biomas Mata Atlântica (MA) e Pampa (PA), no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, entre outubro de 2011 e maio de 2012.

A ordenação NMDS das quatro assembleias de borboletas frugívoras foi adequadamente representada em duas dimensões (stress= 0,17). Esta ordenação evidencia nitidamente uma maior agregação das assembleias de borboletas frugívoras das áreas associadas ao mesmo bioma, indicando uma maior similaridade na composição e abundância das mesmas (Figura 2).



Figura 2. Análise de ordenação (NMDS) para a composição e abundância das assembleias de borboletas frugívoras amostradas mensalmente nas áreas associadas a Mata Atlântica (MA1 e MA2) e ao Pampa (PA1 e PA2).

Com a ordenação decrescente da abundância relativa das espécies através do Diagrama de Whittaker, uma maior equabilidade foi observada para as assembleias de borboletas frugívoras das áreas de Mata Atlântica (MA1 e MA2), enquanto que nas áreas do bioma Pampa (PA1 e PA2), uma maior dominância foi constatada (Figura 3).

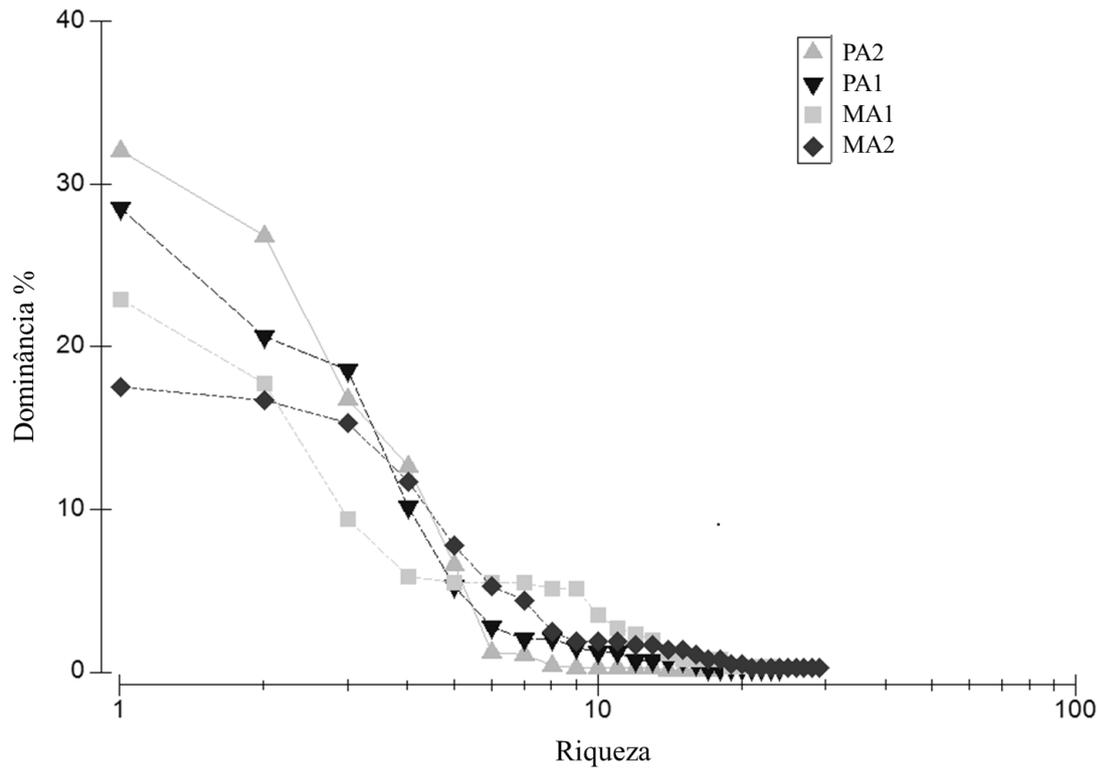


Figura 3. Diagrama de Whittaker comparando as assembleias de borboletas frugívoras por meio dos efeitos da riqueza e da equabilidade.

Dentre as espécies registradas no presente estudo, *Hamadryas epinome* (C. Felder & R. Felder, 1867) e *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]) se apresentaram como indicadoras para as áreas associadas à Mata Atlântica, enquanto que *Moneuptychia soter* (Butler, 1877), *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]) e *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865) tiveram valores de indicação significativos para as áreas associadas ao bioma Pampa (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies indicadoras para ambientes de Mata Atlântica (grupo 1) e de Pampa (grupo 2) considerando $\geq 25\%$ como valor de indicação mínimo e significância de $p \leq 0.05$.

Espécies	Grupo	Valor ind. (VI)	$p \leq 0.05$
<i>Hamadryas epinome</i> (C. Felder & R. Felder, 1867)	1	40.3	0.0002
<i>Forsterinaria necys</i> (Godart, [1824])	1	26.8	0.0002
<i>Moneuptychia soter</i> (Butler, 1877)	2	56.3	0.0002
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	2	45.8	0.0002
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	2	31.9	0.0200

Na análise de correspondência canônica (CCA), três variáveis microclimáticas contribuíram significativamente para a formação dos dois eixos: luminosidade, temperatura e umidade relativa. O eixo 1 do gráfico explicou 65,3% da variância encontrada da relação

espécie/variáveis microclimáticas, dividindo o gráfico em dois grupos: de um lado as espécies e as amostras mensais mais associadas à umidade relativa e à temperatura, enquanto que no outro grupo, uma maior associação com a luminosidade foi representada. O eixo 2 por sua vez, explicou 27,5% das variações espécie/variáveis microclimáticas (Figura 4).

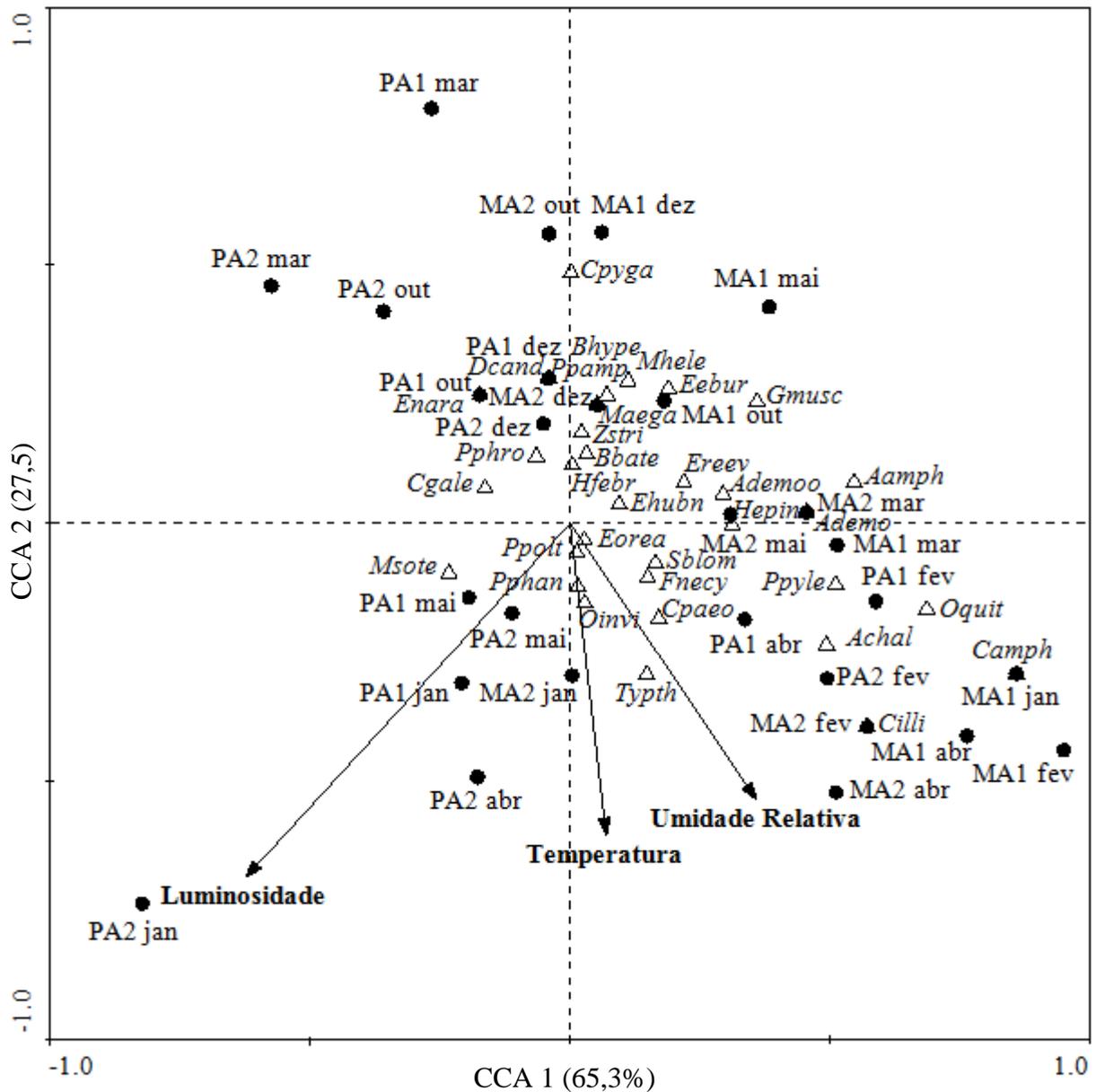


Figura 4. Análise de Correspondência Canônica (CCA) comparando a matriz das variáveis microclimáticas (luminosidade, temperatura e umidade relativa) com a matriz da abundância das espécies de borboletas frugívoras (Δ) e das amostras mensais em cada uma das áreas (\bullet). MA1 e MA2 correspondem às áreas de Mata Atlântica, enquanto que PA1 e PA2 do Pampa, situadas no município de Santa Maria, RS. Os nomes das espécies são representados pelas seguintes abreviações: *Archaeoprepona amphimachus pseudomeander*= *Aamph*; *Archaeoprepona chalciope*= *Achal*; *Archaeoprepona demophoon*= *Ademoo*; *Archaeoprepona demophon thalpius*= *Ademo*; *Biblis hyperia nectanabis*= *Bhype*; *Blepolenis batea batea*= *Bbate*; *Caligo illioneus*= *Cilli*; *Callicore pygas eucale*= *Cpyga*; *Capronnieria galesus*= *Cgale*; *Carminda paeon*= *Cpaeo*; *Catoblepia amphirhoe*= *Camph*; *Diaethria candrena candrena*=

Dcand; *Epiphile hubneri*= *Ehubn*; *Epiphile oreia oreia*= *Eorea*; *Erichthodes narapa*= *Enara*; *Eriphanis reevesii*= *Ereev*; *Eunica eburnea*= *Eebur*; *Forsterinaria necys*= *Fnecy*; *Godartiana muscosa*= *Gmusc*; *Hamadryas epinome*= *Hepin*; *Hamadryas februa februa*= *Hfebr*; *Moneuptychia soter*= *Msote*; *Morpho aega*= *Maega*; *Morpho helenor achillides*= *Machi*; *Opsiphanes invirae remoliatu*= *Oinvi*; *Opsiphanes quiteria meridionalis*= *Oquit*; *Praepedaliodes phanias*= *Pphan*; *Paryphthimoides phronius*= *Pphro*; *Paryphthimoides poltys*= *Ppolt*; *Penetes pamphanis*= *Ppamp*; *Prepona pylene pylene*= *Ppyle*; *Smyrna blomfieldia*= *Sblom*; *Taygetis ypthima*= *Typth*; *Zaretis strigosus*= *Zstri*.

A representação gráfica da CCA demonstrou que boa parte das amostras mensais nas áreas associadas ao bioma Pampa (PA1 e PA2) apresentou influência positiva da luminosidade ou esteve inversamente relacionada com a umidade relativa. De maneira parecida, duas espécies que apresentaram valor de indicação significativo para este bioma também acompanharam este mesmo padrão de associação, onde *M. soter* se correlacionou positivamente com a luminosidade e *P. phronius* negativamente com a umidade relativa. *P. poltys* manteve uma associação positiva com a temperatura. Já as amostras mensais realizadas junto às áreas associadas à Mata Atlântica (MA1 e MA2), apresentaram em grande parte influência positiva da umidade relativa ou uma correlação inversa com a luminosidade. As espécies indicadoras para este bioma (*H. epinome* e *F. necys*) se mostraram positivamente correlacionadas com a umidade relativa.

Discussão

De acordo com New et al. (1997), as borboletas apresentam forte associação com a comunidade vegetal. Com isso, era esperado encontrar uma fauna de borboletas frugívoras mais similar entre as áreas com estrutura e composição vegetal mais parecida. Já algumas variações nos parâmetros de riqueza, abundância e composição entre áreas estruturalmente parecidas podem estar relacionadas principalmente a características particulares do local, como sua integridade, seu tamanho, o tipo de matriz circundante e sua conectividade com outros ambientes próximos (Uehara-Prado et al. 2005, 2007, Ribeiro et al. 2012).

Estudos envolvendo diversos grupos de invertebrados demonstram que a complexidade do ambiente está positivamente correlacionada com a riqueza e inversamente associada com a dominância das espécies (Elton 1973, Samways 1988, Hammond & Miller 1998, Schwartz & Di Mare 2001, Simonson et al. 2001, Martins et al. 2011). Este padrão foi também corroborado no presente estudo, reforçando as observações de Pillar et al. (2009) que ambientes florestais possuem uma maior complexidade estrutural da vegetação quando comparados com áreas campestres. Assim, enquanto uma maior riqueza de borboletas

frugívoras foi registrada nas áreas associadas a Mata Atlântica da região de Santa Maria, a abundância foi maior nas áreas associadas ao bioma Pampa, representada pela dominância de algumas poucas espécies.

Diversas tribos da subfamília Satyrinae vêm apresentando resultados consistentes como bioindicadores, especialmente em ambientes de Mata Atlântica (Brown & Freitas 2000, Uehara-Prado et al. 2007). Pertencente à tribo Satyrini, *F. necys* apresentou um valor de indicação significativo para as áreas associadas a esse bioma em Santa Maria. Esta espécie concentrou grande abundância principalmente junto à área MA2, que corresponde a um extenso remanescente florestal relativamente íntegro, situado em um relevo montanhoso. De acordo com Brown (1992), indivíduos de *F. necys* são frequentemente associados a ambientes florestais de maior altitude e que apresentam maior integridade, tendo como plantas hospedeiras representantes da família Poaceae, mais precisamente da subfamília Bambusoideae (Beccaloni et al. 2008), presentes nas áreas amostrais. Já *H. epinome*, outra espécie que apresentou valor de indicação significativo para a Mata Atlântica, é considerada típica de ambientes perturbados, bordas e clareiras (DeVries 1987, Brown 1992). No presente estudo, registrou maior abundância de indivíduos principalmente na área PA2, que se encontra inserida numa matriz urbana. Durante a fase larval, os indivíduos de *H. epinome* alimentam-se de plantas do gênero *Dalechampia* (Euphorbiaceae) e *Inga* (Fabaceae) (Canals 2003, Pastrana 2004), que também integram os ambientes florestais estudados (Marchiori 2009).

Para Brown & Freitas (2000), a subfamília Satyrinae está associada principalmente a ambientes conservados. Ainda assim, as características generalistas deste grupo quanto aos habitats que ocupam (Uehara-Prado et al. 2003), exigem cautela ao associá-lo a um ambiente, sendo que avaliações em nível de espécie podem ter maior significância (Silva 2011). Os maiores valores de indicação das espécies *M. soter*, *P. phronius* e *P. poltys* para as áreas associadas ao bioma Pampa, podem em grande parte ser explicados pela presença de recursos vegetais para seus indivíduos imaturos. As famílias Cyperaceae e Poaceae são conhecidas como suas principais plantas hospedeiras (Beccaloni et al. 2008), e são encontradas nas áreas campestres estudadas (Marchiori 2009).

Os organismos são adaptados às condições físicas de seus biomas, e é de se esperar que muitas espécies sejam limitadas por aquelas mesmas condições físicas (Ricklefs 2010). Considerando que as áreas campestres apresentam menor cobertura vegetal arbustiva e arbórea (Overbeck et al. 2006), várias amostras mensais realizadas no bioma Pampa apresentaram associação positiva com a luminosidade, consequência provável do menor

sombreamento. A espécie *M. soter*, comumente registradas neste bioma, também acompanhou este padrão. Outras espécies como *Capronnieria galesus* (Godart, [1824]), *Erichthodes narapa* (Schaus, 1902) e *P. phronius* estiveram negativamente associadas com a umidade relativa, variável que também pode ter sido influenciada pela maior insolação direta sobre a vegetação campestre, resultando num aumento da temperatura ambiental (Rambo 2005). Por outro lado, boa parte das espécies de borboletas frugívoras registradas junto às áreas associadas a Mata Atlântica, apresentaram relação negativa com a luminosidade e positiva com a umidade relativa. Nesse caso, essas variáveis foram provavelmente influenciadas pela estrutura dos ambientes florestados, proporcionando maior sombreamento, temperaturas mais amenas, e ocasionando uma maior retenção de umidade nessas áreas (Pezzopane et al. 2002, 2005, Paula et al. 2010).

Assim, nossa premissa de que os padrões de composição, riqueza e abundância da guilda de borboletas frugívoras fossem distintos entre as áreas dos biomas Mata Atlântica e Pampa nesta região de transição do centro do estado do Rio Grande do Sul foi confirmada. Para algumas espécies de borboletas frugívoras, é provável que o ecótono entre a Mata Atlântica e o Pampa atue como um limite para sua expansão, causado pela mudança gradual das características físicas e ambientais. Estas características incluem a presença de habitats específicos, ocorrência de plantas hospedeiras, associações mutualísticas, fontes de néctar e de água (Murphy & Wilcox 1986, DeVries 1987, Brown & Freitas 1999) e, sobretudo, também depende dos hábitos especialistas ou generalistas que as espécies de borboletas apresentam (Krauss et al. 2003).

Concluindo, verificou-se a importância do direcionamento de estudos para regiões onde ocorre o contato entre diferentes formações vegetais. Conforme observado no presente trabalho, estas áreas de transição podem abrigar uma grande riqueza e diversidade de espécies associadas a sua heterogeneidade ambiental. Os resultados também reforçam a utilização da guilda de borboletas frugívoras como bioindicadora e capaz de fornecer subsídios para a conservação e monitoramento da lepidopterofauna.

Agradecimentos

Agradecemos aos nossos colegas do Laboratório de Interações Inseto-Planta da Universidade Federal de Santa Maria pelo auxílio em campo e nas identificações dos exemplares; aos proprietários e responsáveis das áreas de estudo por permitir o acesso; a Capes (Bolsa de Estudo) e CNPq (processo 563332/2010-7 - "Rede Nacional de Pesquisa e Conservação de Lepidópteros/SISBIOTA - Brasil"), pelo suporte financeiro.

Referências Bibliográficas

- AUGUST, P.V. 1983. The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammals communities. *Ecology*, 64(6):1495-1507.
- BECCALONI, G.W., VILORIA, Á.L., HALL, S.K. & ROBINSON, G.S. 2008. Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales. The Natural History Museum, London.
- BELLAVER, J., ISERHARD, C.A., SANTOS, J.P., SILVA, A.K., TORRES, M., SIEWERT, R.R., MOSER, A. & ROMANOWSKI, H.P. 2012. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de Matas Paludosas e Matas de Restinga da Planície Costeira da região Sul do Brasil. *Biota Neotropica*, 12(4):
<http://www.biotaneotropica.org.br/v12n4/en/abstract?inventory+bn01812042012>
- 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, ed.). Campinas, p.142-186.
- BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 1999. Lepidoptera. In *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados Terrestres* (C.R.F. Brandão & E.M. Canello, eds). FAPESP, São Paulo, p.225-245.
- BROWN, K.S. & FREITAS, A.V.L. 2000. Atlantic Forest Butterflies: indicators for landscape conservation. *Biotropica* 32(4b):934-956.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-7429.2000.tb00631.x>
- CANALS, G.R. 2003. Mariposas de Misiones. L.O.L.A., Buenos Aires, 492p.
- CLARKE, K.R. & GORLEY, R.N. 2005. Primer: Getting started with v6. Plymouth routines in multivariate ecological research.
- CORDEIRO, J.L.P. & HASENACK, H. 2009. Cobertura vegetal atual 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.). Brasília, MMA. Cap. 23, p. 285-299.
- DE VRIES, P.J. 1987. The butterflies of Costa Rica and their natural history: Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae. Princeton University Press, Princeton, 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. *Biol. Journ. Lin. Soc.* (62):343-364, 1997.
- DE VRIES, P.J., WALLA, T.R. & GREENEY, H.F. Species diversity in spatial and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community from two Ecuadorian rainforest. *Biol. Journ. Lin. Soc.* (68):333-353, 1999.
- ELTON, C. S. 1973. The structure of invertebrate populations inside neotropical rain forest. *Journal of Animal Ecology*, 42:55-104.
- 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.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, Período 2008-2010. <http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/atlasrelatoriofinal.pdf>. (último acesso em 08/01/2013).

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. & RYAN, P.D. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.

HAMMOND, P.C. & MILLER, J.C. 1998. Comparison of the biodiversity of lepidoptera within three forested ecosystems. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 91(3):323-328.

HASENACK, H. (Org.). 2006. Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa. In: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Sumário Executivo do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros. Brasília, MMA/SBF.

KRAUSS, J., STEFFAN-DEWENTER, I. & TSCHARNTKE, T. 2003. How does landscape context contribute to effects of habitat fragmentation on diversity and population density of butterflies? *Journ. Biogeog.* (30):889-900.

LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea-Papilionoidea. In *Atlas of Neotropical Lepidoptera*. (J.B. Heppner, ed.). Association for Tropical Lepidoptera/Scientific Publishers, Gainesville, p.1-439.

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. 2009. A vegetação em Santa Maria. *Cienc. Ambient.* 8(1):93-112.

MARTINS, L., ALMEIDA, F.S., MAYHÉ-NUNES, A.J. & VARGAS, A.B. 2011. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. *Rev. Bras. Bioci.* 9(2):174-179.

McCUNE, B. & MEFFORD, M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. MjM Software, Gleneden Beach, Ore.

MURPHY, D.D. & WILCOX, B.A. 1986. Butterfly diversity in natural forest fragments: A test of the validity of vertebrate-based management. In *Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates* (J. Verner, M.L Morrison, C.J. Ralph, & R.H. Barret, eds). Madison, University of Wisconsin Press, p.287-292.

NEW, T.R. Are Lepidoptera an effective “umbrella group” for biodiversity conservation? *Journ. Ins. Conserv.* 1(1):5-12, 1997.

OVERBECK, G.E., MÜLLER, S.C., PILLAR, V.D. & PFADENHAUER, J. 2006. Floristic composition, environmental variation and species distribution patterns in burned grassland in southern Brazil. *Braz. Journ. Biol.* 66(4):1073-1090.

PASTRANA, J.A. 2004. Los lepidópteros argentinos: sus plantas hospedadoras y otros substratos alimentícios. Sociedad Entomológica Argentina.

PAULA, A., LIMA, A.J.G., SANTOS, C.O., CAMILO, L.H.A., VIANA, M.C.M., PEREIRA, T. & MARIMON, B.H. Análise de variáveis microclimáticas em um gradiente fitofisionômico.

http://www.unemat.br/prppg/ppgec/docs/Producoes_Curso_de_Campo_2010/Relatorios_Grupos_2010/Paula_et_al_Variacoes_microclimaticas_em_gradiente.pdf (último acesso em 23/01/2013).

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):

<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn03011012011>

PEREIRA, P.R.B., GARCIA NETTO, L.R., BORIN, C.J.A. & SARTORI, M.G.B. 1989. Contribuição à geografia física do município de Santa Maria; unidades de paisagem. *Geogr. Ens. Pesqui.* (3):37-68.

PEZZOPANE, J.E.M., REIS, G.G., REIS, M.G.F., COSTA, J.M.N. & CHAVES, J.H. Temperatura do solo no interior de um fragmento florestal secundário de floresta secundária semidecidual. *Rev. Bras. Agromet.* 10(1):1-8, 2002.

PEZZOPANE, J.E.M., REIS, G.G., REIS, M.G.F. & COSTA, J.M.N. Caracterização da radiação solar em fragmento da Mata Atlântica. *Rev. Bras. Agromet.* 13(1):11-19, 2005.

PIANKA, E. 1994. *Evolutionary ecology*. 5ª Edição. New York, Harper Collins College Publishers.

PILLAR, V.P., MÜLLER, S.C., CASTILHOS, Z.M.S. & JACQUES, A.V.A. 2009. *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília, MMA.

RAMBO, S.J.B. 2005. *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 3 edição, Unisinos, São Leopoldo.

RIBEIRO, D.B., PRADO, P.I., BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2008. Additive partitioning of butterfly diversity in a fragment landscape: importance of scale and implications for conservation. *Divers. Distrib.* 14(6):961-968.

RIBEIRO, D.B., BATISTA, R., PRADO, P.I., BROWN JR., 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(3):811-827.

RICKLEFS, R.E. 2010. *A Economia da Natureza*. 6 edição. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan.

SAMWAYS, M. J. 1988. Classical biological control and insect conservation: are they compatible? *Environmental Conservation*, (15):349-354.

SANTOS, J.P., ISERHARD, C.A., TEIXEIRA, M.O. & ROMANOWSKI, H.P. 2011. *Guia de borboletas frugívoras das Florestas Ombrófilas Densa e Mista do Rio Grande do Sul*,

Brasil. *Biota Neotrop.* 11(3):253-274.

<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/pt/abstract?article+bn03011012011> (ultimo acesso em 26/01/2012).

SCHWARTZ, G. & DI MARE, R.A. 2001. Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionidae) em sete comunidades de Santa Maria, RS. *Ciência Rural.* 31(1):49-55.

SILVA, J.M. 2011. Borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) do Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. Monografia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SIMONSON, S.E., OPLER, P.A., STOHLGREN, T.J. & CHONG, G.W. 2001. Rapid assessment of butterfly diversity in a montane landscape. *Biodiv. Conserv.* 10(8):1369-1386.

TEIXEIRA, M.O. 2008. Diversidade de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) e avaliação do uso de armadilhas atrativas associadas à marcação e recaptura em ambientes de Mata Atlântica, Maquiné, RS, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TER BRAAK, C.J.F. & SMILAUER, P. CANOCO. 1998. Reference Manual User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power. USA, Ithaca.

TEWS, J., BROSE, U., GRIMM, V., TIELBORGER, K., WICHMANN, M.C., SCHWAGER, M. & JELTSCH, F. 2004. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. *Journ. Biogeogr.* (31):79-92.

UEHARA-PRADO, M. 2003. Efeito de fragmentação florestal na guilda de borboletas frugívoras do Planalto Atlântico Paulista. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

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., BROWN JR., K.S. & FREITAS, A.V.L. 2007. Species richness, composition and abundance of fruit-feeding butterflies in the Brazilian Atlantic Forest: comparison between a fragmented and a continuous landscape. *Glob. Ecol. Biogeog.* (16):43-54.

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. London B. Biol. Sci.* 276:4295-4302. [http:// dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.1303](http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2009.1303)

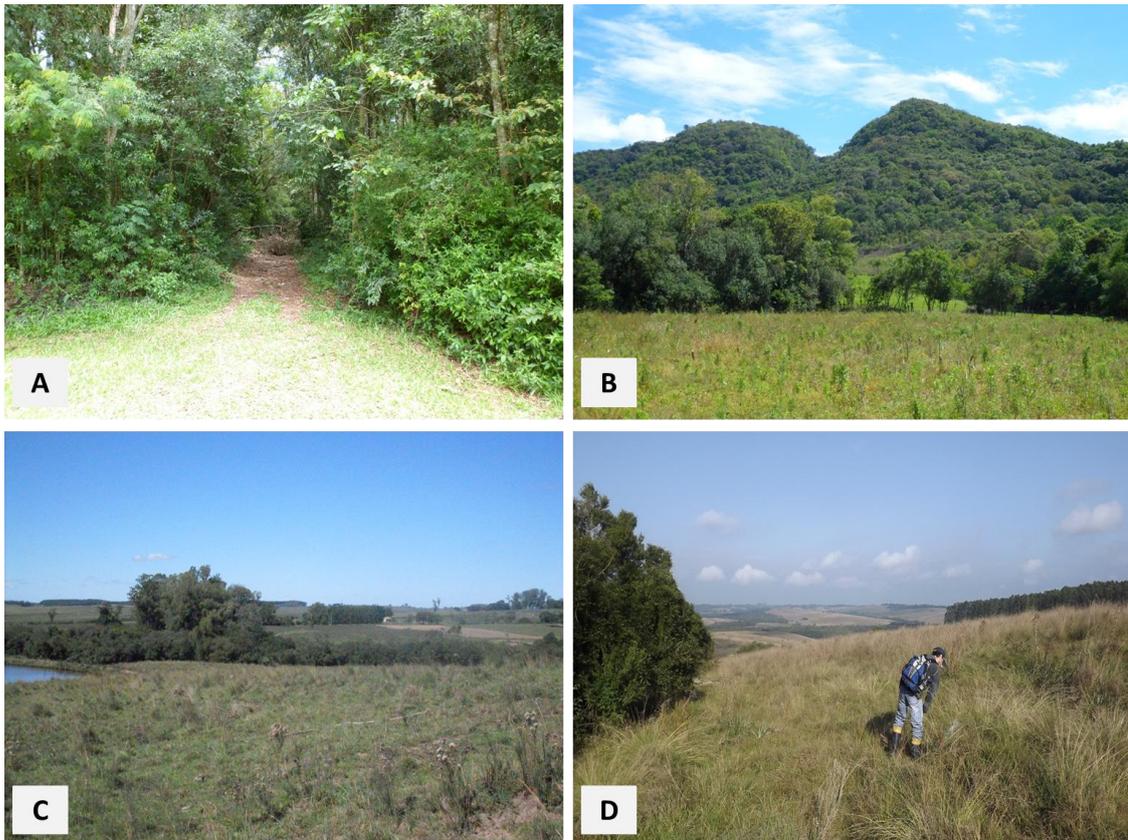
WELLS, K., PFEIFFER, M., LAKIM, M.B. & KALKO, E.K.V. 2006. Movement trajectories and habitat partitioning of small mammals in logged and unlogged rain forests on Borneo. *Journ. Anim. Ecol.* (75):1212-1223.

CONCLUSÃO

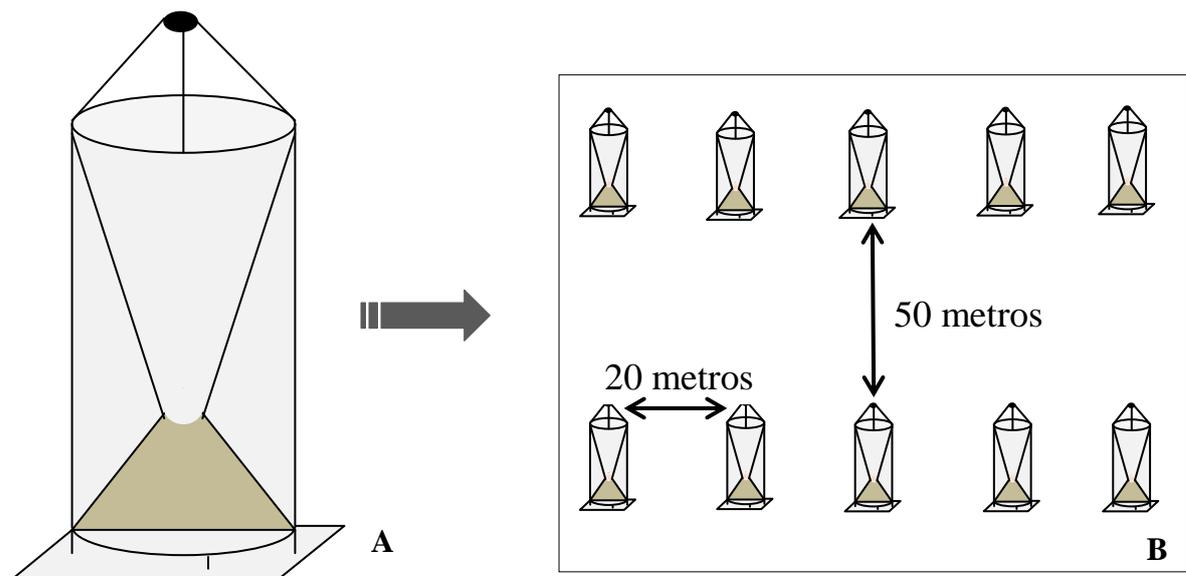
- A presente região de transição entre os biomas Mata Atlântica e Pampa apresenta uma considerável riqueza de borboletas frugívoras ($S=40$) quando comparada com demais ambientes estudados no Rio Grande do Sul.
- Mesmo sendo uma região de ecótono entre a Mata Atlântica e o Pampa, a guilda de borboletas frugívoras presente apresenta diferenças quanto à composição, riqueza e abundância entre as áreas associadas aos dois biomas.
- Valores de riqueza e equabilidade são superiores para as áreas de Mata Atlântica (MA1 e MA2). Nos locais onde prevalecem características do bioma Pampa (PA1 e PA2), uma riqueza de espécies menor seguida de alta abundância de indivíduos é observada, assim como uma maior dominância.
- A tribo Satyrini (subfamília Satyrinae) se mostrou responsável por três quartos do total de indivíduos, estando em sua maioria associados a uma das áreas campestres. Esta alta abundância de indivíduos é um provável reflexo da oferta de recursos, uma vez que suas plantas hospedeiras (Poaceae) são predominantes nas áreas associadas ao bioma Pampa.
- A prática da captura, marcação e recaptura se mostra eficiente, principalmente para a obtenção de dados como a longevidade das borboletas frugívoras. Com isso, há também uma redução da mortalidade de indivíduos, que em estudos convencionais são muitas vezes sacrificados. Ainda assim, exemplares que requeiram identificações mais detalhadas ou que não tenham sua taxonomia bem resolvida, necessariamente devam ser coletados.
- Três variáveis microclimáticas mensuradas, temperatura, luminosidade e a umidade relativa demonstram estar associados a ocorrência de boa parte das espécies de borboletas frugívoras. A luminosidade se mostra positivamente correlacionada com a maioria das amostras mensais obtidas nas áreas campestres PA1 e PA2, enquanto que a temperatura e a umidade relativa apresentam uma forte associação com a maioria das amostras realizadas nas áreas florestadas MA1 e MA2.

- Os resultados do presente estudo reforçam o potencial de bioindicação da guilda de borboletas frugívoras, pois os padrões de composição, riqueza e abundância deste grupo se mostram fortemente associados com as variações ambientais. Assim, o conhecimento gerado pode servir de subsídio para conservação e monitoramento do grupo em suas áreas naturais de ocorrência.

APÊNDICES



Apêndice 1. Áreas de estudo no município de Santa Maria, RS. A - Morro Cerrito (MA1); B - Três Barras (MA2); C - Criadouro Conservacionista São Bráz (PA1); D - Centro de Instruções de Santa Maria (PA2).



Apêndice 2. A: Esquemática da armadilha utilizada para a amostragem de borboletas frugívoras. B: Visualização da instalação das unidades amostrais dentro de uma área amostral.