

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

Laiane Ineu Saccol

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMUNIDADE DE  
BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) NO EXTREMO  
SUL DO BRASIL**

**Laiane Ineu Saccol**

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMUNIDADE DE BORBOLETAS  
(LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

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

Orientadora: Dr.<sup>a</sup> Marlise Ladvocat Bartholomei Santos  
Coorientadora: Dr.<sup>a</sup> Ana Beatriz Barros de Moraes

Saccol, Laiane  
Influência de fatores abióticos na comunidade de  
borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) no extremo sul do  
Brasil / Laiane Saccol.- 2018.  
55 p.; 30 cm

Orientadora: Marlise Ladvocat Bartholomei Santos  
Coorientadora: 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, 2018

1. Borboletas 2. Conservação 3. Clima 4.  
Biodiversidade 5. Temperatura I. Ladvocat Bartholomei  
Santos, Marlise II. Barros de Moraes, Ana Beatriz III.  
Título.

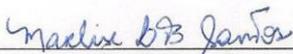
Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

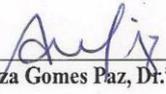
Laiane Ineu Saccol

**INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMUNIDADE DE BORBOLETAS  
(LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

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

Aprovada em 9 de Março de 2018:

  
Marlise Ladvoat Bartholomei Santos, Dr.<sup>a</sup> (UFSM)  
(Presidente/Orientadora)

  
Ana Luiza Gomes Paz, Dr.<sup>a</sup> (IFF)

  
Cristian de Sales Dambros, Dr. (UFSM)

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à professora **Ana Beatriz Barros de Moraes** pela orientação e por todo o tempo despendido a mim durante esses dois anos de mestrado. Obrigada pela paciência, puxões de orelha e ensinamentos que me foram passados. Ao professor **Tiago Gomes dos Santos** pela ajuda com toda a parte estatística aqui realizada. Ao Secretário, **Sidnei Cruz**, ao Coordenador do PPGBA professor **Sandro Santos** e a professora **Marlise Ladvocat Bartholomei Santos** por sempre ajudarem a resolver os problemas burocráticos. Às colegas de mestrado **Sheila Cassenote Ferreira**, **Verônica Azzolin Fontanari**, **Katrine Pecetti** e **Micheli Stefanello** por toda a parceria, ajuda e amizade durante esses dois anos que se passaram. Agradeço também a **CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de mestrado concedida e pelo incentivo à pesquisa.

Por fim, agradeço eternamente a minha família, especialmente meu pai **Lairton Antônio Saccol**, minha mãe **Daniela Ineu Saccol** e minha irmã **Taciéle Ineu Saccol**. Muito obrigada por toda educação, incentivo e apoio emocional que sempre me deram.

## **RESUMO**

### **INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMUNIDADE DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) NO EXTREMO SUL DO BRASIL**

AUTORA: Laiane Ineu Saccol  
ORIENTADORA: Marlise Ladvocat Bartholomei Santos  
COORIENTADORA: Ana Beatriz Barros de Morais

A assembleia de borboletas encontrada em um dado local pode ser explicada, na maioria das vezes, pela variação dos gradientes ambientais, os quais envolvem os fatores climáticos. As variações climáticas mais importantes incluem mudanças na temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, luminosidade e precipitação. Essas variáveis climáticas se correlacionam entre si e, em conjunto, afetar a atividade desses indivíduos. Apesar do vasto conhecimento taxonômico e sistemático acumulado ao longo dos anos, são escassos no Rio Grande do Sul os trabalhos tratando sobre a influência das variáveis climáticas na composição, abundância e riqueza de borboletas. Devido a isso, o presente estudo buscou preencher algumas lacunas existentes em relação ao quanto as variáveis previamente citadas influenciam na composição da comunidade desses insetos. Para a base de dados, foram utilizados estudos de inventariamento previamente realizados no Estado com metodologia padronizada. Análises multivariadas foram realizadas a fim de verificar a relação entre os fatores abióticos e a estruturação da comunidade de borboletas aqui estudada. Das oito variáveis climáticas analisadas – temperatura, velocidade do vento, precipitação, luminosidade e umidade relativa do ar, todas se mostraram preditoras significativas em algum nível na distribuição da lepidopterofauna. Apesar de uma parcela dos dados não ter sido totalmente explicada, os resultados encontrados no presente estudo evidenciam a relevância das variáveis climáticas locais na composição e diversidade da comunidade de borboletas. Espera-se que esse conhecimento possa ter utilidade na elaboração de futuros planos de manejo e conservação da lepidopterofauna subtropical e sua biodiversidade associada.

Palavras-chave: Variáveis climáticas. Temperatura. Luminosidade. Conservação. Clima.

## **ABSTRACT**

### **INFLUENCE OF ABIOTIC FACTORS ON THE BUTTERFLY COMMUNITY (LEPIDOPTERA: PAPILIONOIDEA) IN THE EXTREME SOUTH OF BRAZIL**

AUTHOR: Laiane Ineu Saccol  
ADVISOR: Marlise Ladvoat Bartholomei Santos  
CO-ADVISOR: Ana Beatriz Barros de Morais

The assembly of butterflies found in a given location can be explained, most of the time, by the variation of environmental gradients, which involve climatic factors. The most important climate variations include changes in temperature, humidity, wind speed, luminosity and rainfall. These climatic variables correlate with each other and, together, affect the activity of these individuals. Despite the extensive taxonomic and systematic knowledge accumulated over the years, there are few studies in Rio Grande do Sul about the influence of climatic variables on the composition, abundance and richness of butterflies. Due to this, the present study sought to fill some existing gaps in relation to how much the previously mentioned variables influence the community composition of these insects. For the database, inventory studies with standardized methodology previously performed in the State were used. Multivariate analyzes were performed to verify the relationship between abiotic factors and the structuring of the community of butterflies studied here. Of the eight climatic variables analyzed - temperature, wind velocity, precipitation, luminosity and relative humidity, all proved to be significant predictors at some level in the lepidoptero fauna distribution. Although a portion of the data has not been fully explained, the results found in the present study show the relevance of local climatic variables in the composition and diversity of the butterfly community. It is hoped that this knowledge may be useful in the elaboration of future plans for the management and conservation of the subtropical lepidoptero fauna and its associated biodiversity.

Keywords: Climatic variables. Temperature. Luminosity. Conservation. Climate.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagramas de ordenação de análise de redundância entre borboletas frugívoras e variáveis ambientais (**Lum** – Luminosidade; **Umi** – Umidade, **Vel** – Velocidade do Vento, **Prec** – Precipitação, **Temp loc** – Temperatura Local, **Temp máx** – Média da temperatura máxima, **Temp mín** – Média da temperatura mínima; **1.a** – Total nectarívoras, **1.b** – Hesperiidae, **1.c** – Papilionidae, **1.d** – Pieridae, **2.e** – Lycaenidae + Riodindae, **1.f** - Nymphalidae)..... 27

Figura 2 – Diagramas de ordenação de análise de redundância entre borboletas frugívoras e variáveis ambientais (**Lum** – Luminosidade; **Umi** – Umidade, **Vel** – Velocidade do Vento, **Prec** – Precipitação, **Temp loc** – Temperatura Local, **Temp máx** – Média da temperatura máxima, **Temp mín** – Média da temperatura mínima; **2.a** – Total frugívoras, **2.b** – Satyrinae, **2.c** – Biblidinae, **2.d** - Charaxinae)..... 30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização geográfica e informações metodológicas dos estudos de borboletas utilizados como base de dados.....	20
Tabela 2 – Identificação das Estações Meteorológicas utilizadas como base de dados macroclimáticos (Temperatura mensal mínima/máxima e média e precipitação)..	22
Tabela 3 – Autovalores, correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada pelos quatro primeiros eixos de RDA para todas as famílias de borboletas nectarívoras. ....	23
Tabela 4 – Correlação inter-set entre os dois primeiros eixos da RDA e as variáveis climáticas para todas as famílias de borboletas nectarívoras estudadas... ..	25
Tabela 5 – Autovalores, correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada pelos quatro primeiros eixos de RDA para Nymphalidae (fauna frugívora) e suas demais subfamílias.....	28
Tabela 6 – Correlação inter-set entre os dois primeiros eixos da RDA e as variáveis climáticas para a família Nymphalidae (fauna frugívora) e suas demais subfamílias.....	29

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	11
1.1 BORBOLETAS .....	11
1.2 FATORES ABIÓTICOS .....	12
<b>2 REFERÊNCIAS</b> .....	12
<b>3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</b> .....	14
<b>4 ARTIGO – INFLUÊNCIA DE FATORES ABIÓTICOS NA COMUNIDADE DE BORBOLETAS (LEPIDOPTERA:PAPILIONOIDEA) NO EXTREMO SUL DO BRASIL</b> .....	15
4.1 RESUMO .....	15
4.2 ABSTRACT .....	16
4.3 INTRODUÇÃO.....	17
4.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	18
4.4.1 Área de estudo.....	18
4.4.2 Base de dados .....	18
4.4.3 Análise estatística .....	19
4.5 RESULTADOS .....	23
4.5.1 Fauna nectarívora .....	23
4.5.2 Fauna frugívora .....	28
4.6 DISCUSSÃO .....	30
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	35
<b>6 CONCLUSÃO GERAL</b> .....	40
<b>7 ANEXO A</b> .....	41
<b>8 ANEXO B</b> .....	45
<b>9 ANEXO C</b> .....	46
<b>10 ANEXO D</b> .....	47
<b>11 ANEXO E</b> .....	48
<b>12 ANEXO F</b> .....	49
<b>13 ANEXO G</b> .....	51
<b>14 ANEXO H</b> .....	53
<b>15 ANEXO I</b> .....	54
<b>16 ANEXO J</b> .....	55

## INTRODUÇÃO GERAL

### Borboletas

O Brasil ocupa o terceiro lugar mundial em relação à riqueza de lepidópteros, ficando atrás apenas de Peru e Colômbia (FREITAS; MARINI-FILHO, 2011). As borboletas, as quais consistem 13% do total de espécies da ordem Lepidoptera, apresentam maior riqueza na região Neotropical com cerca de 8.000 espécies (LAMAS, 2008), aproximadamente 3.300 espécies registradas para o Brasil (BROWN Jr; FREITAS, 1999; LEWINSOHN et al., 2005) e uma estimativa de 832 espécies e subespécies para o Estado do Rio Grande do Sul (GIOVENARDI et al., 2013). Esses insetos fazem parte da superfamília Papilionoidea, a qual é subdividida em seis famílias: Papilionidae, Hesperidae, Nymphalidae, Pieridae, Riodinidae e Lycaenidae (KRISTENSEN et al., 2007; HEIKKILÄ et al., 2012).

Considerando-se a sua biologia, as larvas da maioria das espécies de borboletas possuem hábito fitófago enquanto os indivíduos em fase adulta podem ser classificados em dois grupos tendo em vista sua preferência alimentar. As espécies que consomem néctar e, ocasionalmente, pólen, são inseridas no grupo de borboletas nectarívoras, com representantes em todas as famílias de borboletas. Enquanto que aquelas que se alimentam preferencialmente de frutas fermentadas, exsudados de fezes e vegetais são classificadas como frugívoras, as quais incluem apenas membros da família Nymphalidae (DEVRIES, 1987).

As borboletas formam um dos grupos mais bem estudados e conhecidos taxonomicamente, sendo extensamente utilizadas em pesquisas relacionadas à biogeografia, interação inseto/planta, conservação e alterações climáticas (FORISTER; SHAPIRO, 2003; BONEBRAKE et al., 2010; BAUERFEIND; FISCHER, 2014; CHECA et al., 2014). Tratando-se de insetos considerados bioindicadores, as borboletas são frequentemente utilizadas no monitoramento de alterações em sistemas agrícolas, florestais, naturais e urbanos (RIBEIRO et al., 2008; 2010). Representantes da família Nymphalidae (fauna frugívora) mostraram resultados relevantes quando avaliado seu potencial de bioindicação em pesquisas realizadas na Mata Atlântica (RIBEIRO et al., 2010). Desse modo, aplicações de estudos utilizando bioindicadores ecológicos possibilitam prováveis locais para estabelecer Reservas de Conservação além de execução de planos de manejo em reservas e possibilita, além disso, a avaliação de impactos ambientais sobre a biodiversidade (UEHARA-PRADO et al., 2009).

## **Fatores abióticos**

A diversidade de espécies encontrada em determinado local pode ser explicada frequentemente pela variação dos gradientes ambientais os quais incluem os fatores climáticos (BONEBRAKE et al., 2010). As borboletas, na condição de indivíduos ectotérmicos, estão mais sujeitas às intempéries ambientais e, conseqüentemente, respondem de modo rápido a pequenas variações na qualidade de seus habitats (BONEBRAKE et al., 2010).

As variações climáticas mais significativas incluem oscilações na temperatura, velocidade do vento, luminosidade, precipitação e umidade (BALE et al., 2002; CHECA et al., 2014). Esses fatores se correlacionam entre si e de modo conjunto afetam atividades vitais desses organismos como reprodução, desenvolvimento, crescimento, comportamento e alimentação, visto que regulam também o desenvolvimento de suas plantas hospedeiras (NAVARRO-CANO et al., 2015). Assim, a combinação de fatores abióticos cria um ambiente propício à sobrevivência das espécies e, conseqüentemente, determina seus padrões de distribuição (GRAAE et al., 2011).

Diante disso, surge a necessidade de investigar as influências dessas variáveis ambientais sobre a comunidade de borboletas e, assim, verificar seus possíveis efeitos sobre os processos ecológicos desses indivíduos (GRAAE et al., 2011).

## **REFERÊNCIAS**

BALE et al. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, v. 8, p. 1-16, 2002.

BAUERFEIND, S.S.; FISCHER, K. Simulating climate change: temperature extremes but not means diminish performance in a widespread butterfly. **Population Ecology**, v. 56, n. 1, 2014.

BONEBRAKE, 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.; FREITAS, A.V.L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C.R.F; CANCELLO, E.M (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX - Vol. 5 - Invertebrados Terrestres**. FAPESP, São Paulo, p. 225-243, 1999.

CHECA, M.F. et al. Microclimate variability significantly affects the composition, abundance and phenology of butterfly communities in a highly threatened neotropical dry forest. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p.1-13, 2014.

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

FORISTER, M.L.; SHAPIRO, A. M. Climatic trends and advancing spring flight of butterflies in lowland California. **Global Change Biology**, v. 9, p. 1130-1135, 2003.

FREITAS, A.V.L.; MARINI-FILHO, O.J. (Orgs.), **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Lepidópteros**. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio, 2011. 124p.

GIOVENARDI, R. et al. Mariposas de Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperoidea). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 267-275, 2013.

GRAAE, B.J. et al. On the use of weather data in ecological studies along altitudinal and latitudinal gradients. **Oikos**, v. 121, p. 3-19, 2011.

HEIKKILÄ, M. et al. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. **Proceedings of the Royal Society Series B**, v. 279, p. 1093-1099, 2012.

KRISTENSEN, N.P.; SCOBLE, M.J.; KARSHOLT, O. Lepidoptera phylogeny and systematics: the state of inventorying moth and butterfly diversity. **Zootaxa**, v. 1668, p. 699-747, 2007.

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

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

NAVARRO-CANO, J.A. et al. Climate change, phenology, and butterfly host plant utilization. **Ambio**, v. 44, p. 78-88, 2015.

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

RIBEIRO, D.B. et al. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 42, p. 710-716, 2010.

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

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Esta dissertação está estruturada de acordo com as normas da “Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses: MDT”, da Universidade Federal de Santa Maria (MDT, 2015) sendo composta por um artigo, a saber:

**Artigo: Influência de fatores abióticos na comunidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) no extremo sul do Brasil.**

Neste artigo testo e descrevo a influência de variáveis ambientais na comunidade de borboletas, as quais foram verificadas em termos de luminosidade, velocidade do vento, umidade, temperaturas locais e temperatura e precipitação regionais.

**Influência de fatores abióticos na comunidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea) no extremo sul do Brasil**

Laiane Ineu Saccol<sup>1</sup> & Ana Beatriz Barros de Moraes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 97110-970, Brasil.*

<sup>2</sup>*Departamento de Ecologia e Evolução, CCNE, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 97110-970, Brasil.*

**RESUMO**

A assembleia de borboletas encontrada em um dado local pode ser explicada, na maioria das vezes, pela variação dos gradientes ambientais, os quais envolvem os fatores climáticos. As variações climáticas mais importantes incluem mudanças na temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, luminosidade e precipitação. Essas variáveis climáticas se correlacionam entre si e, em conjunto, afetam a atividade desses indivíduos. Apesar do vasto conhecimento taxonômico e sistemático acumulado ao longo dos anos, são escassos no Rio Grande do Sul os trabalhos tratando sobre a influência das variáveis climáticas na composição, abundância e riqueza de borboletas. Devido a isso, o presente estudo buscou preencher lacunas existentes em relação ao quanto as variáveis previamente citadas influenciam na composição da comunidade desses insetos. Para a base de dados, foram utilizados estudos de inventariamento previamente realizados no Estado com metodologia padronizada. Análises multivariadas foram realizadas a fim de verificar a relação entre os fatores abióticos e a estruturação da comunidade de borboletas aqui estudada. Das oito variáveis climáticas analisadas – temperatura, velocidade do vento, precipitação, luminosidade e umidade relativa do ar, todas se mostraram preditoras significativas em algum nível na distribuição da lepidopterofauna. Apesar de uma parcela dos dados não ter sido totalmente explicada, os resultados encontrados no presente estudo evidenciam a relevância das variáveis climáticas locais na composição da comunidade de borboletas. Espera-se que esse conhecimento possa ter utilidade na elaboração de futuros planos de manejo e conservação da lepidopterofauna subtropical e sua biodiversidade associada.

Palavras-chave: Variáveis climáticas. Temperatura. Luminosidade. Conservação. Clima.

## **ABSTRACT**

The assembly of butterflies found in a given location can be explained, most of the time, by the variation of environmental gradients, which involve climatic factors. The most important climate variations include changes in temperature, humidity, wind speed, luminosity and rainfall. These climatic variables correlate with each other and, together, affect the activity of these individuals. Despite the extensive taxonomic and systematic knowledge accumulated over the years, there are few studies in Rio Grande do Sul about the influence of climatic variables on the composition, abundance and richness of butterflies. Due to this, the present study sought to fill some existing gaps in relation to how much the previously mentioned variables influence the community composition of these insects. For the database, inventory studies with standardized methodology previously performed in the State were used. Multivariate analyzes were performed to verify the relationship between abiotic factors and the structuring of the community of butterflies studied here. Of the eight climatic variables analyzed - temperature, wind velocity, precipitation, luminosity and relative humidity, all proved to be significant predictors at some level in the lepidoptero fauna distribution. Although a portion of the data has not been fully explained, the results found in the present study show the relevance of local climatic variables in the composition of the butterfly community. It is hoped that this knowledge may be useful in the elaboration of future plans for the management and conservation of the subtropical lepidoptero fauna and its associated biodiversity.

**Keywords:** Climatic variables. Temperature. Luminosity. Conservation. Climate.

## INTRODUÇÃO

A variabilidade nos padrões ambientais, levando-se em conta tanto dimensões temporais quanto espaciais, molda as espécies que ocupam determinado local (KONVICKA, 2002; GRAAE et al., 2011). Em contrapartida, essas divergem uma das outras no tocante às suas respostas às variações, visto possuírem sensibilidades distintas. Temperatura, velocidade do vento, precipitação, umidade relativa do ar e pressão atmosférica estão entre as variáveis climáticas mais significativas (BALE et al., 2002; CHECA et al., 2014). Essas se correlacionam entre si e, juntamente, criam um ambiente propício para a sobrevivência das espécies.

O clima consiste basicamente nas tendências de longo prazo na temperatura, precipitação e radiação solar. Sabe-se que esse tem sido modificado na Terra em razão da alta concentração de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono, emitido em resultado de atividades antropogênicas (CAIN et al., 2011) originando, assim, uma das principais ameaças à biodiversidade nos dias atuais: a mudança climática (PARMESAN, 2006; CAHILL et al. 2013).

As borboletas, na condição de organismos ectotérmicos, respondem de modo rápido às alterações na qualidade de seus habitats confirmando, assim, a influência do clima sobre suas assembleias. Conseqüentemente, suas diversidade e composição podem ser explicadas, na maioria das vezes, pela variação dos gradientes ambientais (BONEBRAKE et al., 2010; ZIPF et al., 2017). Essa variação costuma afetar a fenologia, voltinismo, migração e processos fisiológicos incluindo taxas de desenvolvimento e diapausa das espécies (WESTWOOD; BLAIR, 2010).

Sendo assim, o clima pode atuar sobre a comunidade de borboletas de forma direta, através de aumentos na taxa de mortalidade de adultos; indireta, através de alterações na disponibilidade de alimentos; ou ainda, uma combinação de ambos os fatores (CHECA et al., 2009). Conseqüentemente, as alterações climáticas são consideradas extremamente perniciosas, pois pode ser difícil proteger as espécies mesmo dentro de Unidades de Conservação (MONZO'N et al., 2011).

Apesar do vasto conhecimento sistemático e taxonômico acumulado ao longo dos anos acerca da composição da fauna de borboletas no Rio Grande do Sul (ver revisão em MORAIS et al., 2007; GIOVENARDI et al., 2013), são escassos os trabalhos investigando a influência de fatores abióticos sobre a abundância e riqueza desses insetos (MARCHIORI et al., 2014). Dessa maneira, o foco do atual estudo envolveu preencher lacunas no conhecimento a respeito da relevância de variáveis climáticas na estruturação de assembleias de borboletas no extremo

sul do Brasil. Para tanto, foi testada a hipótese de que variáveis micro e macroclimáticas seriam preditoras significativas para afetar a composição da comunidade desses insetos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O Rio Grande do Sul localiza-se no extremo sul do Brasil. É constituído por quatro estações anuais relativamente bem definidas, com invernos frios e verões quentes, separados por estações intermediárias e pluviosidade bem distribuída ao longo do ano (MORENO, 1961). Quanto à média da temperatura mensal, o mês considerado mais frio é Julho com temperatura entre 9°C a 10°C enquanto o mês mais quente é Janeiro com temperatura entre 25°C a 26°C (BURIOL et al., 1979).

Em relação ao balanço hídrico, o Rio Grande do Sul varia de Superúmido ao Subúmido e, em função da temperatura média anual e temperatura média do mês mais frio, apresenta clima Temperado, Subtemperado e Subtropical (MALUF, 2000).

Segundo classificação do IBGE (2004), dois biomas estão presentes no Estado: Mata Atlântica e Pampa. A Mata Atlântica compõe no Rio Grande do Sul fitofisionomias do tipo Floresta Ombrófila Densa e Mista (Mata com Araucárias), Estacional Semidecidual e Decidual, além de campos. Devido ao desmatamento, somente 7,5% da cobertura vegetal original da Mata Atlântica é encontrada atualmente no Estado (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2011). Enquanto o bioma Pampa possui vegetação predominantemente de espécies herbáceas, arbustivas e de árvores coexistindo em uma matriz de gramíneas (MARTINO, 2004). Esse tem sofrido enorme perda de biodiversidade e de habitats devido ao acelerado processo de expansão agrícola para conversão de extensas áreas de campos em monoculturas florestais (MMA, 2007).

### **Base de dados**

Para a fauna de borboletas, foram utilizados como base de dados estudos prévios de inventariamento feitos com amostragem padronizada com uso de metodologia de rede entomológica (fauna nectarívora): Carvalho e Morais (2015); Lemes et al. (2015); Piovesan e Morais (2015) e com metodologia de armadilhas com isca atrativa (fauna frugívora): Paz et al. (2014) e Spaniol e Morais (2015). Os primeiros seguiram o protocolo adaptado de Pollard (1977) conforme descrito por Paz et al. (2008) o qual consiste em percorrer trilhas pré-

definidas a passos lentos, procurando ativamente por borboletas ao longo e ao redor da trilha, visando cobrir o máximo do espectro de alturas de voo desses indivíduos. Os estudos com espécies frugívoras seguiram o protocolo descrito por Uehara-Prado et al. (2005), o qual faz uso de armadilhas com isca atrativa de banana fermentada e caldo de cana. A localização geográfica dos estudos utilizados para base de dados bem como demais informações metodológicas dos sítios amostrais em questão estão listados na tabela 1.

Em cada um dos sítios amostrais, durante as ocasiões de amostragens foram realizadas medidas climáticas referentes à luminosidade, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar com auxílio de aparelho Termo-higro-anemômetro-luxímetro digital portátil modelo Thal-300. Essas variáveis estão sendo aqui denominadas como microclimáticas, visto terem sido obtidas durante as amostragens de borboletas nos respectivos sítios amostrais. Posteriormente, através de consulta às Estações Meteorológicas municipais, foram obtidos valores referentes às médias de temperatura e precipitação mensais, bem como médias mensais dos valores máximos e mínimos de temperatura para os períodos amostrais considerados. Esses dados foram classificados como macroclimáticos. Quanto aos municípios que não possuíam Estação Meteorológica própria ou em atividade no período amostral considerado, os dados foram solicitados às localidades mais próximas (Tabela 2).

### **Análise estatística**

Visando averiguar padrões de distribuição de espécies que pudessem refletir associação com as variações ambientais, foram realizadas Análises de Redundância (RDA) para as faunas nectarívora e frugívora. As duas guildas foram analisadas separadamente devido à diferença dos métodos amostrais utilizados no inventariamento das mesmas. Na construção da matriz de dados da fauna nectarívora (abrangendo representantes das seis famílias taxonômicas de borboletas: Papilionidae, Hesperidae, Pieridae, Lycaenidae, Riodinidae e Nymphalidae), foram utilizadas apenas espécies que apresentaram abundância igual ou maior que 10 na amostra total. Essa decisão se justificou pelo grande número de espécies considerado e pelo fato daquelas com menor número de indivíduos contribuírem pouco para a análise, aumentando sem necessidade o volume de cálculos. Quanto à fauna frugívora (apenas representantes de algumas subfamílias de Nymphalidae: Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e Nymphalinae), todas as espécies foram utilizadas, visto não se tratar de uma riqueza excessivamente elevada.

Tabela 1 - Localização geográfica e informações metodológicas dos estudos de borboletas utilizados como base de dados.

<b>Estudo</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Município</b>	<b>Coordenadas dos sítios amostrais</b>	<b>Frequência amostral</b>	<b>Período de amostragem</b>	<b>Tipo de Vegetação</b>
<b>Carvalho e Morais (2015)</b>	Rede entomológica	Rio Grande	32°09'S, 52°11' O	Bimensal	Agosto de 2012 a Junho de 2013	Restinga
			32°07'S, 52°09' O			
			32°02'S, 52°13' O			
			31°59'S, 52°06' O			
<b>Lemes et al. (2015)</b>	Rede entomológica	Santa Maria	29°41'40"S, 53°48'48"O	Mensal	Agosto de 2010 a Julho de 2011	Áreas urbanas antropizadas com presença de flora exótica e fragmentos de Floresta Estacional Decidual.
			29°41'14"S, 53°48'18"O			
			29°41'42"S, 53°45'34"O			
			29°42'38"S, 53°47'42"O			
			29°41'21"S, 53°46'30"O			
<b>Piovesan e Morais (2015)</b>	Rede entomológica	Nova Palma	29° 27' 28"S, 53° 27' 35"O	Mensal	Setembro de 2011 a Agosto de 2012	Floresta Estacional Decidual e Floresta Ombrófila Mista
			29° 26' 36"S, 53° 28' 56"O			
		Pinhal Grande	29° 21' 57"S, 53° 16' 43"O			
			29° 20' 44"S, 53° 20' 51"O			
<b>Paz et al. (2014)</b>	Armadilha com isca atrativa	Jaguari	29° 28' 10" S, 54° 42' 11"O	Bimensal	Janeiro de 2010 a Dezembro de 2011	Floresta Estacional Decidual
			29° 26' 05" S, 54° 44' 17"O			
			29° 27' 28" S, 54° 43' 50"O			

---

			29° 28' 36" S, 55° 06' 52" O			
		São Francisco de Assis	29° 29' 03" S, 55° 03' 33" O			
			29° 34' 15" S, 55° 05' 12" O			
		São Vicente do Sul	29° 42' 26" S, 54° 39' 40" O			
			29° 42' 51" S, 54° 40' 46" O			
			29° 41' 43" S, 54° 43' 31" O			
<b>Spaniol e Morais (2015)</b>	Armadilha com isca atrativa	Santa Maria	29° 42' 00" S, 53° 47' 12" O	Mensal	Outubro de 2011 a Maio de 2012	Floresta Estacional Decidual e áreas campestres
			29° 36' 38" S, 53° 42' 25" O			
			29° 41' 56" S, 53° 54' 59" O			
			29° 44' 34" S, 53° 50' 46" O			

---

Tabela 2 - Identificação das Estações Meteorológicas utilizadas como base de dados macroclimáticos (Temperatura mensal mínima/máxima e média e precipitação).

<b>Município sede dos sítios amostrais</b>	<b>Fonte dos dados e município de localização da Estação Meteorológica</b>
Santa Maria (Lemes et al. (2015))	INMET, 2010. Estação de Santa Maria.
Santa Maria (Spaniol e Morais (2015))	INMET, 2010. Estação de Santa Maria.
Rio Grande (Carvalho e Morais (2015))	INMET, 2012. Estação de Rio Grande.
Nova Palma (Piovesan e Morais (2015))	INMET, 2011. Estação de Santa Maria.
Pinhal Grande (Piovesan e Morais (2015))	BDMEP, 2011. Estação de Júlio de Castilhos.
Jaguari (Paz et al. (2014))	SADMET, 2010. Estação de Santiago.
São Francisco de Assis (Paz et al. (2014))	SADMET, 2010. Estação de Santiago (temperatura) e Estação do Instituto Federal Farroupilha, São Vicente do Sul (precipitação).
São Vicente do Sul (Paz et al. (2014))	SADMET, 2010. Estação de Santiago (temperatura) e Estação do Instituto Federal Farroupilha, São Vicente do Sul (precipitação).

As matrizes de abundância foram, primeiramente, padronizadas pelo número de horas e, posteriormente, foi realizada Transformação de Hellinger com o propósito de padronizar os dados de abundância de espécies, nos quais é comum ocorrerem poucos valores elevados e muitos valores baixos.

Após a obtenção dos valores de ordenação, uma segunda matriz foi utilizada na análise, englobando as medidas macro e microclimáticas referentes aos sítios amostrais. Previamente ao processamento das análises, todas as variáveis foram transformadas através de raiz quadrada. A umidade relativa do ar foi transformada adicionalmente em radiano da raiz quadrada e arcoseno do radiano com o objetivo de se ajustar à distribuição normal.

As análises multivariadas foram processadas no programa CANOCO for Windows 4.5 (TER BRAAK; SMILAUER, 2002). A padronização dos dados foi feita automaticamente no programa. Após realização de RDA preliminar, foram eliminadas variáveis com baixa correlação ( $p > 0,05$ ). A significância das análises foi avaliada através do teste de Monte Carlo com 999 permutações.

Depois de ter sido realizada uma análise inicial, com o total de espécies nectarívoras englobando todas as famílias em conjunto, posteriormente as mesmas foram analisadas em

separado. Desta forma, as análises individuais permitiram uma observação mais clara dos resultados. Apenas Lycaenidae e Riodinidae foram analisadas em conjunto em função da reduzida riqueza individual por família. O mesmo foi feito em relação às espécies frugívoras: inicialmente foi realizada análise total de Nymphalidae, e, posteriormente, Satyrinae, Charaxinae e Biblidinae foram estudadas separadamente.

## RESULTADOS

### Fauna nectarívora

Após montada a base de dados, foram analisados 13 sítios amostrais envolvendo 1080 horas/rede de esforço amostral, abundância de 8526 indivíduos e riqueza de 285 espécies de borboletas. Após a exclusão de espécies com abundância menor que 10, foi obtida riqueza de 102 espécies e abundância de 7260 indivíduos para processar a análise. Em relação à representatividade de riqueza por família, foram obtidas 22 de Hesperidae, 10 de Papilionidae, 12 de Pieridae, nove de Riodinidae + Lycaenidae e 49 de Nymphalidae.

Para a fauna nectarívora todas as variáveis climáticas testadas obtiveram alta correlação espécie-ambiente considerando-se os dois primeiros eixos da RDA (Tabela 3). O teste de Monte Carlo ratificou que as abundâncias das espécies e as variáveis climáticas foram significativamente correlacionadas em todas as famílias quando analisado o primeiro eixo de ordenação.

Tabela 3 - Autovalores, correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada pelos quatro primeiros eixos de RDA para todas as famílias de borboletas nectarívoras.

<b>Família</b>	<b>Eixos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Variância total</b>
	Autovalores	0,064	0,035	0,023	0,020	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,826	0,776	0,720	0,552	
	Porcentagem de variância cumulativa:					
Total nectarívoras	Dos dados de espécies	6,4	9,9	12,2	14,1	
	Da relação espécie-ambiente	40,8	63,2	77,6	90,2	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,157
	Autovalores	0,064	0,012	0,007	0,0247	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,587	0,351	0,320	0,000	

	Porcentagem de variância cumulativa:					
Hesperiidae	Dos dados de espécies	6,4	7,6	8,3	33,0	
	Da relação espécie-ambiente	77,7	92,2	100,0	0,0	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,083
	Autovalores	0,052	0,047	0,006	0,0295	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,462	0,499	0,247	0,000	
	Porcentagem de variância cumulativa:					
Papilionidae	Dos dados de espécies	5,2	9,9	10,5	40,0	
	Da relação espécie-ambiente	49,2	94,1	100,0	0,0	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,105
	Autovalores	0,109	0,044	0,016	0,002	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,622	0,465	0,375	0,170	
	Porcentagem de variância cumulativa:					
Pieridae	Dos dados de espécies	10,9	15,2	16,9	17,1	
	Da relação espécie-ambiente	63,6	89,4	99,0	100,0	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,171
	Autovalores	0,049	0,016	0,010	0,0211	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,557	0,331	0,311	0,000	
	Porcentagem de variância cumulativa:					
Lycaenidae + Riodinidae	Dos dados de espécies	4,9	6,4	7,4	28,5	
	Da relação espécie-ambiente	65,5	86,3	100,0	0,0	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,074
	Autovalores	0,079	0,032	0,021	0,015	1,000
	Correlação Espécie Ambiente	0,791	0,663	0,621	0,493	

Porcentagem de variância cumulativa:					
Nymphalidae	Dos dados de espécies	7,9	11,1	13,2	14,7
	Da relação espécie-ambiente	51,5	72,0	85,8	95,7
Soma total dos autovalores					1,000
Soma total dos valores canônicos					0,154

Considerando o total de nectarívoras analisado em conjunto, os eixos 1 e 2 foram significativamente correlacionados a todas as preditoras abióticas, exceto à média da temperatura mínima mensal. Quanto às análises individuais por família, Hesperiidae obteve luminosidade e média da temperatura máxima como variáveis climáticas com maior correlação. Em Papilionidae e Pieridae se destacaram as preditoras luminosidade e temperatura local. Riodinidae + Lycaenidae (analisadas em conjunto) tiveram maior influência da luminosidade e média da temperatura máxima mensal. Por fim, Nymphalidae apresentou correlações mais relevantes com as variáveis luminosidade, precipitação e média da temperatura máxima (Tabela 4, Figura 1).

Tabela 4 - Correlação *inter-set* entre os dois primeiros eixos da RDA e as variáveis climáticas para todas as famílias de borboletas nectarívoras estudadas.

Família	Variáveis climáticas	Eixo 1	Eixo 2
Total nectarívoras	Luminosidade	0,6621	0,1840
	Umidade relativa do ar	0,3686	0,1577
	Temperatura local	-0,0461	-0,5899
	Velocidade do vento	-0,3088	0,3192
	Precipitação	-0,4772	0,0529
	Média da temperatura máxima	0,2721	-0,5558
Hesperiidae	Luminosidade	0,4525	0,1933
	Temperatura local	0,0337	-0,1444
	Média da temperatura máxima	0,3297	-0,2409
Papilionidae	Luminosidade	0,1179	0,3757
	Temperatura local	-0,4289	0,1013
	Média da temperatura mensal	-0,3528	0,3119
Pieridae	Luminosidade	-0,1898	0,3921
	Temperatura local	-0,4781	0,0162
	Velocidade do vento	0,2201	0,2580
	Precipitação	0,2846	-0,1307

---

	Luminosidade	0,4707	0,1163
	Média da temperatura máxima	0,2082	-0,2718
Riodinidae + Lycaenidae	Média da temperatura mínima	0,0457	-0,2233
	Luminosidade	0,5901	0,2589
	Temperatura local	-0,1738	-0,2778
Nymphalidae (fauna nectarívora)	Velocidade do vento	-0,3463	0,3488
	Precipitação	-0,4889	-0,0425
	Média da temperatura máxima	0,1638	-0,4618

---

### **Fauna frugívora**

Os estudos utilizados como base de dados para a fauna frugívora também totalizaram 13 sítios amostrais. O esforço amostral total foi de 2930 armadilhas/dia, contabilizando 5032 indivíduos distribuídos em 43 espécies da família Nymphalidae. Em razão da já reduzida riqueza, nenhuma espécie foi excluída na análise. Em relação à representatividade de riqueza por família, foram obtidas 23 espécies de Satyrinae, 11 de Biblidinae, oito de Charaxinae e uma de Nymphalinae.

Novamente todas as variáveis climáticas testadas obtiveram alta correlação espécie-ambiente em relação à Nymphalidae e suas demais subfamílias considerando-se os dois primeiros eixos da RDA (Tabela 5). O teste de Monte Carlo ratificou que as abundâncias das espécies e as variáveis climáticas foram significativamente correlacionadas na família Nymphalidae e em todas as suas subfamílias quando analisado o primeiro eixo de ordenação.

Considerando todas espécies frugívoras analisadas em conjunto, os eixos 1 e 2 foram significativamente correlacionados às preditoras abióticas umidade, velocidade do vento, precipitação, média da temperatura máxima e média da temperatura mensal. Quanto às análises individuais por subfamília, Satyrinae obteve as médias das temperaturas mínima e máxima mensais como variáveis climáticas com maior correlação. Para Biblidinae, se destacaram os fatores velocidade do vento, média da temperatura máxima e precipitação. Em Charaxinae somente as preditoras precipitação e média da temperatura mensal foram significativas (Tabela 6, Figura 2).

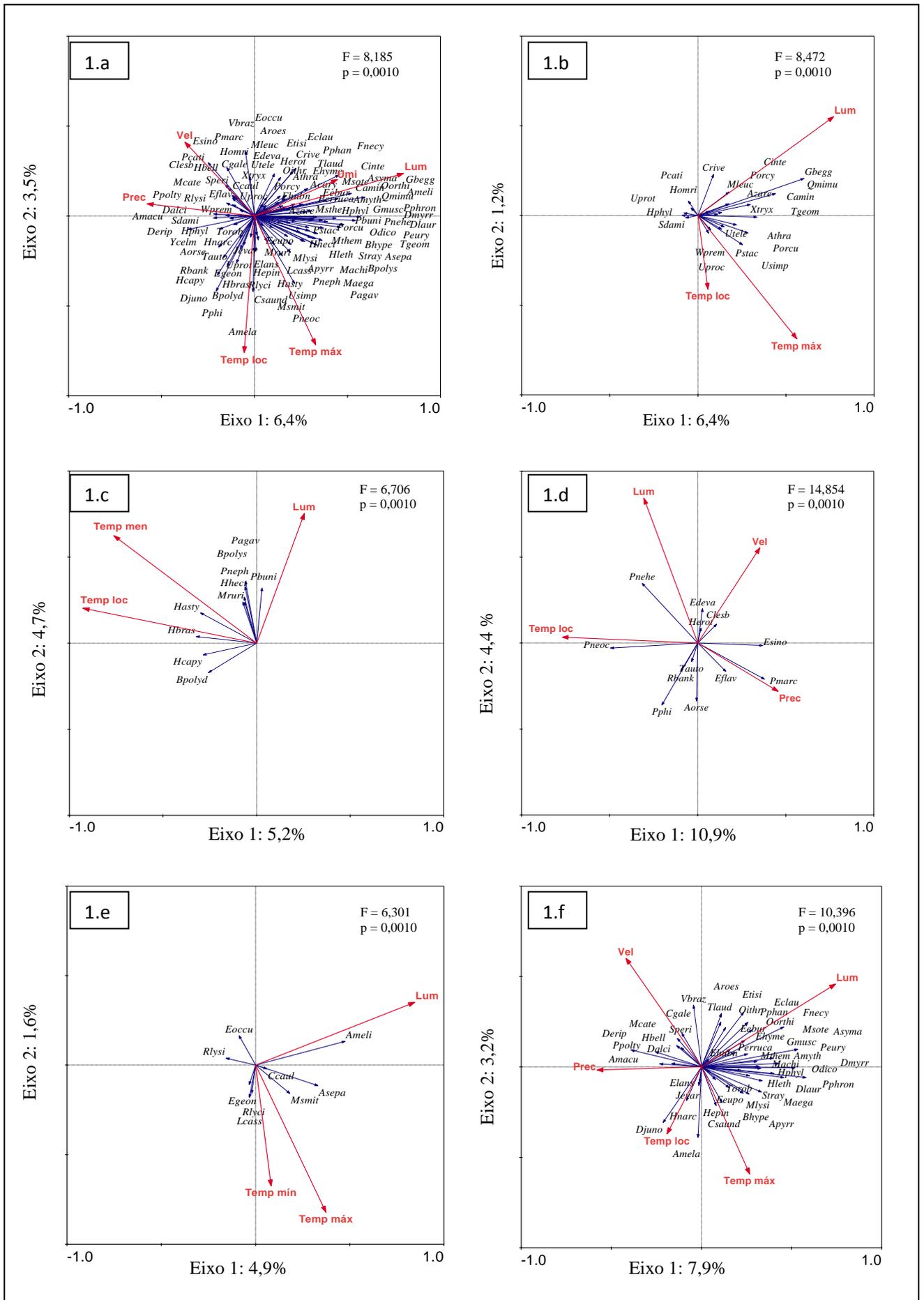


Figura 1 - Diagramas de ordenação de análise de redundância entre borboletas frugívoras e variáveis ambientais (**Lum** – Luminosidade; **Umi** – Umidade, **Vel** – Velocidade do Vento, **Prec** – Precipitação, **Temp loc** – Temperatura Local, **Temp máx** – Média da temperatura máxima, **Temp mín** – Média da temperatura mínima; **1.a** – Total nectarívoras, **1.b** – Hesperíidae, **1.c** – Papilionidae, **1.d** – Pieridae, **2.e** – Lycaenidae + Riodindae, **1.f** - Nymphalidae). Ver nos anexos A a F as correspondências entre os nomes das espécies e suas abreviações.

Tabela 5 - Autovalores, correlação espécie-ambiente e porcentagem cumulativa explicada pelos quatro primeiros eixos de RDA para Nymphalidae (fauna frugívora) e suas demais subfamílias.

<b>Família/subfamília</b>	<b>Eixos</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>Variância total</b>	
Nymphalidae	Autovalores	0,076	0,046	0,020	0,017	1,000	
	Correlação	0,584	0,611	0,420	0,456		
	Espécie Ambiente						
	Porcentagem de variância cumulativa:						
	Dos dados de espécies	7,6	12,2	14,2	15,8		
	Da relação espécie-ambiente	45,3	72,9	84,6	94,7		
	Soma total dos autovalores					1,000	
	Soma total dos valores canônicos					0,167	
	Autovalores	0,064	0,032	0,014	0,004	1,000	
	Correlação	0,546	0,434	0,363	0,246		
Satyrinae	Espécie Ambiente						
	Porcentagem de variância cumulativa:						
	Dos dados de espécies	6,4	9,7	11,0	11,5		
	Da relação espécie-ambiente	55,9	84,2	96,1	100,0		
	Soma total dos autovalores					1,000	
	Soma total dos valores canônicos					0,115	
	Autovalores	0,074	0,052	0,024	0,007	1,000	
	Correlação	0,508	0,433	0,408	0,239		
	Biblidinae	Espécie Ambiente					
		Porcentagem de variância cumulativa:					
Dos dados de espécies		7,4	12,6	15,0	15,6		
Da relação espécie-ambiente		47,2	80,5	95,5	99,7		
Soma total dos autovalores						1,000	
Soma total dos valores canônicos					0,157		

	Autovalores	0,053	0,018	0,428	0,303	1,000
	Correlação	0,346	0,228	0,000	0,000	
	Espécie Ambiente					
Charaxinae	Porcentagem de variância cumulativa:					
	Dos dados de espécies	5,3	7,0	49,8	80,1	
	Da relação espécie-ambiente	74,8	100,0	0,0	0,0	
	Soma total dos autovalores					1,000
	Soma total dos valores canônicos					0,070

Tabela 6 - Correlação *inter-set* entre os dois primeiros eixos da RDA e as variáveis climáticas para a família Nymphalidae (fauna frugívora) e suas demais subfamílias.

Família/subfamília	Variáveis climáticas	Eixo 1	Eixo 2
Nymphalidae (fauna frugívora)	Umidade relativa do ar	-0,4639	0,1546
	Velocidade do vento	0,3580	0,0602
	Precipitação	0,1186	-0,0589
	Média da temperatura máxima	0,4808	0,3308
	Média da temperatura mensal	0,4393	0,2160
Satyrinae	Temperatura local	-0,0748	0,0611
	Umidade relativa do ar	-0,0018	0,0475
	Média da temperatura máxima	0,3114	-0,2837
	Média da temperatura mínima	-0,0260	-0,4283
Biblidinae	Umidade relativa do ar	0,0288	-0,0387
	Velocidade do vento	0,1298	-0,2278
	Luminosidade	-0,0725	0,0507
	Precipitação	-0,2312	-0,1529
	Média da temperatura máxima	0,2676	0,0184
	Média da temperatura mínima	-0,0150	0,1735
Charaxinae	Precipitação	-0,1745	-0,1966
	Média da temperatura mensal	-0,3066	0,1060

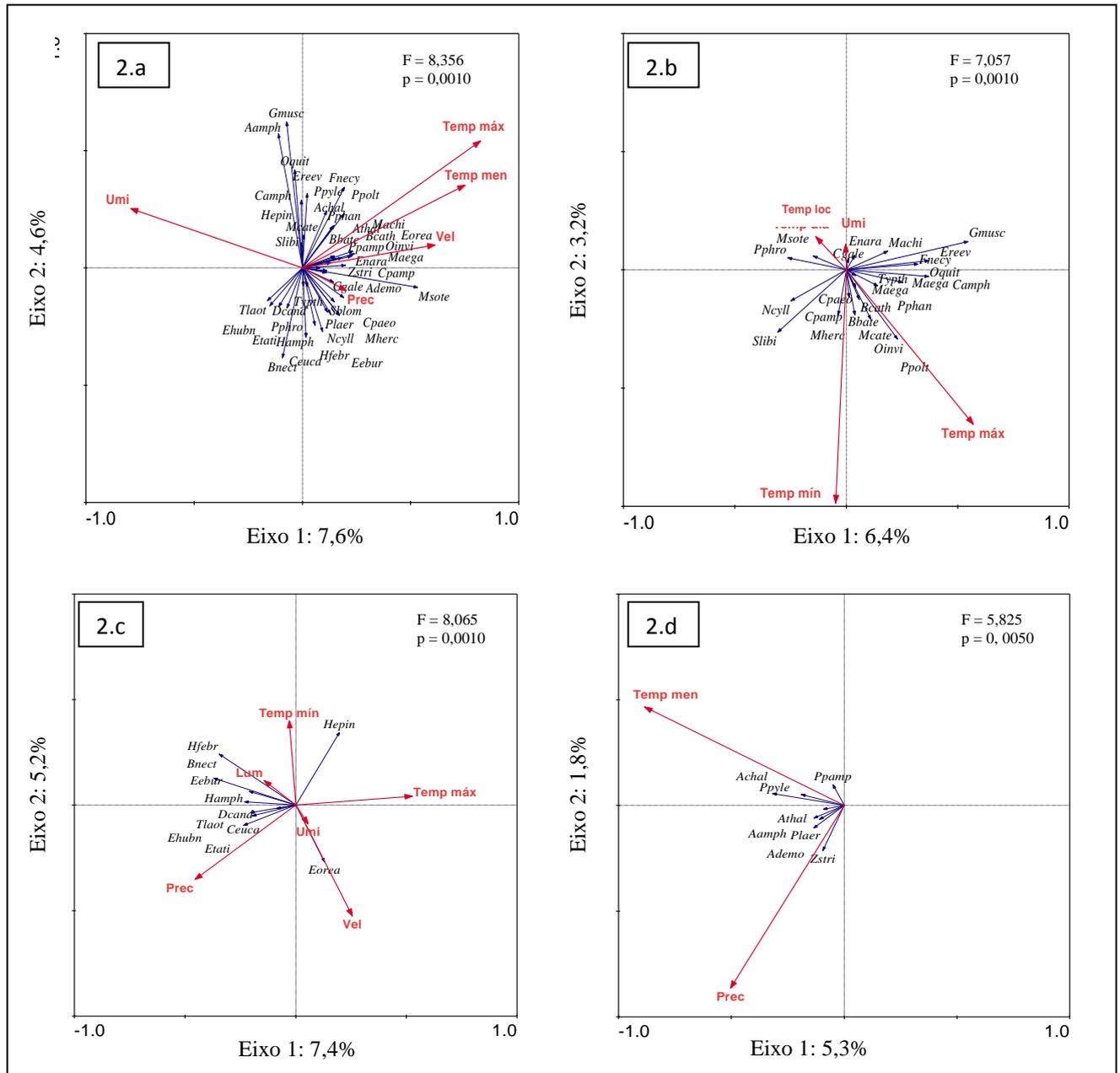


Figura 2 – Diagramas de ordenação de análise de redundância entre borboletas frugívoras e variáveis ambientais (**Lum** – Luminosidade; **Umi** – Umidade, **Vel** – Velocidade do Vento, **Prec** – Precipitação, **Temp loc** – Temperatura Local, **Temp máx** – Média da temperatura máxima, **Temp mín** – Média da temperatura mínima; **2.a** – Total frugívoras, **2.b** – Satyrinae, **2.c** – Biblidinae, **2.d** - Charaxinae). Ver nos anexos G a J as correspondências entre os nomes das espécies e suas abreviações.

## DISCUSSÃO

O conjunto de dados analisado no presente estudo incluiu assembleias de borboletas nectarívoras e frugívoras inventariadas em 26 sítios amostrais abrangendo uma variedade de habitats pertencentes a dois biomas sul brasileiros e com diferentes fitofisionomias campestres e florestais em diferentes estados de preservação. Os resultados das análises multivariadas

indicaram diferenças entre as duas guildas em relação à porcentagem de variação explicada pelo conjunto de variáveis micro e macroclimáticas testadas. Em relação à correlação espécie-ambiente também houve variação entre os grupos de variáveis resposta sendo que, de modo geral, quanto mais amplo e diversificado o grupo, como por exemplo, o total das espécies nectarívoras ou o total de frugívoras, menor a correlação encontrada. No entanto, os resultados devem ser analisados com cautela e sempre associados ao conhecimento da biologia das espécies tendo em vista que os indivíduos adultos de borboletas voam e, pelo menos algumas espécies, podem ser capazes de se dispersar em busca de recursos mais favoráveis resultando que algumas vezes os indivíduos encontrados em determinado ambiente são apenas transitórios (ISERHARD et al., 2013).

Das oito variáveis climáticas estudadas, a umidade relativa do ar, apesar de reconhecidamente importante para definir o padrão de comportamento das borboletas (SIMS, 2007), mostrou-se significativa apenas quando todas as famílias nectarívoras foram analisadas simultaneamente. Essa preditora está correlacionada principalmente ao aumento ou diminuição da abundância das espécies visto que quando se encontra em valor elevado, tem a capacidade de atrair determinados grupos como os ninfalídeos Ithomiini e Heliconiinae, alguns Pieridae e machos de espécies de Papilionidae do gênero *Heraclides*, dentre outros (BROWN Jr; FREITAS, 1999; 2002). No entanto, em relação aos frugívoros, os quais englobam alguns representantes de hábitos mais crepusculares, voo próximo ao chão e sub-bosque (MARIN et al., 2011), essa variável mostrou-se significativa em todos os grupos exceto em Charaxinae.

Considerando apenas a fauna nectarívora, a preditora luminosidade foi considerada a de maior importância visto ter se mostrado significativa em todas as famílias. Sabe-se que a obtenção de calor para atingir determinada temperatura corporal e, conseqüentemente, atingir o voo, advém principalmente da exposição à luz solar (VAN DYCK; MATTHYSEN, 1998). Além disso, borboletas de florestas estão adaptadas a deslocarem-se para o exterior com o intuito de buscar luz solar durante as estações úmidas. Em contrapartida, espécies encontradas em regiões de vegetação mais baixa, como campos ou savanas, adaptaram-se a voar para dentro das florestas durante a estação seca, provavelmente em busca de sombra ou umidade (STEFANESCU et al., 2011).

A temperatura local foi o segundo fator a aparecer com maior frequência, não tendo alcançado significância apenas para as espécies representantes de Riodinidae + Lycaenidae (analisadas em conjunto). Essa variável climática é considerada indicador físico essencial por

ter fortes efeitos na maioria dos seres ectotérmicos, incluindo alterações na sua biologia, fisiologia e distribuição geográfica (RIBEIRO et al., 2010; RIBEIRO; FREITAS, 2010). Assim, a temperatura é fundamental para definir o padrão de distribuição de espécies visto que as afeta através da variação na disponibilidade de recursos e também diretamente em suas próprias atividades diárias.

A média da temperatura máxima também foi uma preditora significativa quando as borboletas das duas guildas foram avaliadas em conjunto e, separadamente, em HesperIIDae, Riodinidae + Lycaenidae e Nymphalidae nectarívoros e também nas subfamílias de frugívoros, exceto em Charaxinae. Sabe-se que períodos com altas temperaturas podem expor as borboletas ao risco de dessecação mas, por outro lado, temperaturas excessivamente baixas tornam os processos de oviposição, fuga de predadores e busca de parceiros ineficazes (BERWAERTS; VAN DYCK, 2004). A média da temperatura mínima foi significativa apenas para Riodinidae + Lycaenidae dentre os nectarívoros e Satyrinae e Biblidinae dentre os frugívoros, apresentando alguns valores negativos nos eixos considerados. Encontrados nas horas mais quentes do dia, os Riodinidae + Lycaenidae constituem quase 30% da riqueza das borboletas neotropicais (BROWN Jr; FREITAS, 1999), porém são considerados de difícil amostragem devido ao seu pequeno porte e comportamento errático e migratório. Além disso, muitas espécies apresentam interações mutualísticas com formigas, o que poderia tornar essa variável ambiental uma preditora mais adequada para esse grupo.

A velocidade do vento foi significativa para todas as famílias nectarívoras analisadas em conjunto e, separadamente, para Pieridae e Nymphalidae, grupos que incluem algumas espécies migratórias, como as do gênero *Phoebis* e *Junonia evarete* (Cramer, 1779) (DEVRIES, 1987), além de outros representantes de maior porte e voo vigoroso com potencial de atingir grandes alturas e distâncias. O vento é uma variável que pode afetar o comportamento das borboletas, pois algumas espécies tendem a se redistribuir espacialmente quando ocorrem alterações na velocidade do mesmo. Sendo assim, a densidade de indivíduos tende a aumentar em locais com presença de árvores ou arbustos, os quais fornecem uma espécie de proteção contra as condições adversas (DOVER et al., 1997; ROSIN et al., 2011). Além disso, dependendo da intensidade do vento, pode haver restrição ao voo dos indivíduos, de modo a arrasta-los ou derruba-los (ROSIN et al., 2011). Para os frugívoros, essa variável se mostrou significativa quando analisado o seu total em conjunto e, separadamente, em Biblidinae, grupo que abrange espécies mais adaptadas às perturbações ambientais (UEHARA-PRADO et al., 2007).

Baseado em poucos estudos feitos a longo prazo na região sudeste do Brasil, sabe-se que a composição e riqueza das assembleias de borboletas pode variar bastante ao longo do tempo (ISERHARD et al., 2013). De modo geral, espécies das famílias Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae são as mais residentes e constantes ao longo do tempo comparado com Hesperiiidae, Lycaenidae e Riodinidae, cujos representantes são erráticos e apresentam maiores mudanças na composição de seus grupos ao longo do tempo (BROWN; FREITAS, 2000; 2002; ISERHARD et al., 2013). Além disso, pelo fato de serem mais difíceis de coletar e identificar, a maioria das espécies dessas três últimas famílias são menos conhecidas em relação a sua biologia e ecologia. Muitas são representadas por singletons e doubletons nos inventários e tiveram que ser retiradas da base de dados montada para as análises do presente estudo. Desse modo, essas famílias não serão mais enfatizadas até o final da discussão.

A correlação entre espécies de Papilionidae e as variáveis temperatura e luminosidade pode estar relacionada à ocorrência sazonal dessa família no sul do Brasil, pois os indivíduos adultos desse grupo costumam ser bastante raros nos meses mais frios do inverno e estão mais presentes apenas a partir da primavera, quando o fotoperíodo é mais longo (BROWN Jr, 1972). Além disso, representantes dessa família, juntamente com Pieridae, são considerados indicadores de conectividade e sistemas florestais preservados (BROWN; FREITAS, 2000; 2002; SCHWARTZ; DI MARE, 2001).

Nymphalidae é uma das famílias de borboletas com maior número de espécies na região neotropical e muito diversificada em relação à morfologia, comportamento e ecologia abrangendo representantes tanto generalistas quanto especialistas e adaptados aos mais diferentes tipos de ambientes (BROWN Jr; FREITAS, 1999). Dentre os nectarívoros, incluem-se os Heliconiinae, muito abundantes no Rio Grande do Sul (MORAIS et al., 2007), que ocorrem em ambientes preservados e perturbados mas sempre estando associados a suas plantas hospedeiras Passifloraceae, muito abundantes em bordas de florestas. A esse grupo de borboletas pertencem as espécies *Dione juno* (Cramer, 1779) e *Heliconius ethila narcaea* (Godart, 1819), as quais foram positivamente correlacionadas a variável preditora temperatura local e à precipitação. Correlações positivas entre temperatura, chuvas e estações úmidas são frequentemente observadas em borboletas tropicais (ROY et al., 2011). Acredita-se que as fases juvenis são mais frequentes durante os períodos chuvosos, os quais possuem abundância superior de recursos que servirão para o desenvolvimento da fase larval. Assim, altos índices pluviométricos podem aumentar a velocidade de desenvolvimento das larvas, conseqüentemente aumentando o número de indivíduos adultos (ROY et al., 2011).

A RDA mostrou que a luminosidade, média da temperatura mínima mensal e temperatura do dia de amostragem não foram significativas quando o grupo das frugívoras foi analisado em conjunto. Em contrapartida, quando Satyrinae foi analisada separadamente, a temperatura do dia da amostragem, assim como a média da temperatura mínima/máxima mensal e a umidade relativa do ar foram preditoras significativas. Estudos mostram que espécies de Satyrinae e Charaxinae estão associadas principalmente a ambientes bem preservados na Mata Atlântica, sendo sensíveis à poluição e perturbações ambientais (BROWN Jr; FREITAS, 2000). Porém, é importante considerar as características generalistas de Satyrinae, o grupo mais rico dentre os frugívoros, quanto aos ambientes que ocupam, exigindo-se assim, cautela ao associá-lo a um ambiente específico (SILVA, 2011). Dessa forma, avaliações em nível de espécie podem ter maior significância, apesar do pouco conhecimento da biologia da maioria das espécies de borboletas neotropicais.

O presente estudo buscou mostrar a influência dos fatores abióticos em assembleias de borboletas nectarívoras e frugívoras presentes no sul do Brasil. Os resultados aqui encontrados mostram a relevância das variáveis ambientais locais e regionais na comunidade de borboletas visto que todas elas demonstraram ter algum nível de significância para esses insetos. Estudos com esse enfoque são escassos, porém essenciais, visto que almejam compreender a importante relação existente entre as espécies e como essas são influenciadas por variações nos seus gradientes ambientais, principalmente em um cenário de deterioração e conversão de habitats e alteração climática global. Sugere-se a continuação desses estudos com a investigação da influência de outras variáveis ambientais sobre a estruturação das assembleias de borboletas, como presença de planta hospedeira para juvenis, recursos alimentares para adultos, conectividade e integridade ambientais, dentre outros. Por fim, espera-se que esse conhecimento possa ter utilidade na elaboração de futuros planos de manejo e conservação da lepidopterofauna subtropical e sua biodiversidade associada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos autores dos artigos que forneceram a base de dados para a realização do presente trabalho, ao professor Tiago Gomes dos Santos pela ajuda com toda a parte estatística presente no estudo, a CAPES pela concessão da bolsa de estudos e ao Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Animal da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) pelo incentivo à pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- BALE et al. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. **Global Change Biology**, v. 8, p. 1-16, 2002.
- BDMEP, 2011. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>. Acesso em 23 de Setembro de 2017.
- BERWAERTS, K.; VAN DYCK, H. Take-off performance under optimal and suboptimal thermal conditions in the butterfly *Pararge aegeria*. **Oecologia**, v. 141, p. 536-545, 2004.
- BONEBRAKE, 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., Maximizing daily butterfly counts. **The Lepidopterists' Society**, v. 26, p. 183-196, 1972.
- BROWN Jr., K.S.; FREITAS, A.V.L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, S. Invertebrados terrestres**. São Paulo: FAPESP, 1999. Cap. 22, 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.
- BROWN Jr., K.S.; FREITAS, A.V.L. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation**, v. 6, p. 217-231, 2002.
- BURIOL, G.A. et al. Cartas mensais e anuais das temperaturas médias, das médias das temperaturas máximas e das médias das temperaturas mínimas do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista do centro de Ciências Rurais**, v.9, p 1-43, 1979.
- CAHILL, A.E. et al. How does climate change cause extinction? **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** v. 280, 20121890, 2013.
- CAIN, M.L.; BOWMAN, W.D.; HACKER, S.D. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 664p.
- CARVALHO, A.P.S.; MORAIS, A.B.B. Borboletas associadas a ambientes de restinga no extremo sul do Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 42, n. 167, p.1-15, 2015.
- CHECA, M.F. et al. Temporal abundance patterns of butterfly communities (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Ecuadorian Amazonia and their relationship with climate. **Annales de la Société Entomologique de France**, v. 45, n. 4, p. 470-486, 2009.
- CHECA, M.F. et al. Microclimate variability significantly affects the composition, abundance and phenology of butterfly communities in a highly threatened neotropical dry forest. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 1, p.1-13, 2014.

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

DOVER, J.W.; SPARKS, T.H.; GREATORIX-DAVIES, J.N. The importance of shelter for butterflies in open landscapes. **Journal of Insect Conservation**, v. 1, p. 89–97, 1997.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**, Período 2008-2010. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica e INPE, 2011. 122 p.

GIOVENARDI, R. et al. Mariposas de Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea, Hesperoidea). **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 39, n. 2, p. 267-275, 2013.

GRAAE, B.J. et al. On the use of weather data in ecological studies along altitudinal and latitudinal gradients. **Oikos**, v. 121, p. 3-19, 2011.

IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de Maio de 2017.

INMET, 2010. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12 de Setembro de 2017.

INMET, 2011. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12 de Setembro de 2017.

INMET, 2012. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12 de Setembro de 2017.

ISERHARD, C.A.; BROWN Jr., K.S.; FREITAS, A.V.L. Maximized sampling of butterflies to detect temporal changes in tropical communities. **Journal of Insect Conservation**, v. 17, p. 615-622, 2013.

KONVICKA, M.; BENES, J.; KURAS, T. Microdistribution and diurnal behaviour of two sympatric mountain butterflies (*Erebia epiphron* and *E. euryale*): relations to vegetation and weather. **Biologia**, v. 57, n.2, p.223-233, 2002.

LEMES, R. et al. Borboletas de áreas verdes urbanas de Santa Maria, sul do Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 43, n. 169, p. 95-111, 2015.

MALUF, J.R.T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MARCHIORI, M.O.; ROMANOWSKI, H.P.; MENDONÇA Jr, M. de S. Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Hesperioidea & Papilionoidea). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 42, n. 166, p. 221-236, 2014.

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

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira**: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007. / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. – Brasília: MMA, 2007. 301p.

MARIN, M.A. et al. From the phylogeny of the Satyrinae butterflies to the systematics of Euptychiina (Lepidoptera: Nymphalidae): history, progress and prospects. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 1, p. 1-13, 2011.

MONZÓN, J.; MOYER-HORNER L.; PALAMAR M.B. Climate change and species range dynamics in protected areas. **BioScience**, v. 61, p. 752–761, 2011.

MORAIS, A.B.B. et al. Mariposas del Sur de Sudamérica (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea). **Ciência e Ambiente**, v. 35, n. 2, p. 29-46, 2007.

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PARMESAN, C. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. **Annual Review of Ecology Evolution and Systematics**, v. 37, p. 637–669, 2006.

PAZ, A.L.G.; ROMANOWSKI, H.P.; MORAIS, A.B.B. Nymphalidae, Papilionidae e Pieridae (Lepidoptera: Papilionoidea) da Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 141-149, 2008.

PAZ, A.L.G.; ROMANOWSKI, H. P.; MORAIS, A.B.B. Borboletas frugívoras do centro oeste do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Nymphalidae). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 42, n. 167, p. 409-422, 2014.

PIOVESAN, G.; MORAIS, A.B.B. Borboletas de fragmentos de Mata Atlântica da região central do Rio Grande do Sul, Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 43, p. 199-216, 2015.

POLLARD, E. A method for assessing changes in the abundance of butterflies. **Biological Conservation**, v. 12, p.115-134, 1977.

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

RIBEIRO, D.B. et al. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 42, p. 710-716, 2010.

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

ROSIN, Z.M. et al. Butterfly responses to environmental factors in fragmented calcareous grasslands. **Journal of Insect Conservation**, v.15, p. 207-220, 2011.

ROY, D.B. et al. Butterfly numbers and weather: predicting historical trends in abundance and the future effects of climate change. **Journal of Animal Ecology**, v. 70, p. 201-217.

SADMET, 2010. Seção de Armazenamento de Dados Meteorológicos. Disponível em <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12 de Setembro de 2017.

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

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.

SIMS, S.R. Diapause dynamics, seasonal phenology, and pupal color dimorphism of *Papilio polyxenes* in Southern Florida, USA. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 123, p. 239-245, 2007.

SPANIOL, R.L.; MORAIS, A.B.B. Borboletas frugívoras em área de transição ecológica do sul do Brasil (Lepidoptera: Nymphalidae). **SHILAP Revista de Lepidopterologia**, v. 43, n. 169, p. 27-40, 2015.

STEFANESCU, C.; CARNICER, J.; PEÑUELAS, J. Determinants of species richness in generalist and specialist Mediterranean butterflies: the negative synergistic forces of climate and habitat change. **Ecography**, v. 34, p. 353-363, 2011.

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.

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

TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER, P. **CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5)**. Ithaca, NY, USA ([www.canoco.com](http://www.canoco.com)): Microcomputer Power. 2002.

VAN DYCK, H.; MATTHYSEN, E. Thermoregulatory differences between phenotypes in the speckled wood butterfly: hot perchers and cold patrollers? **Oecologia**, v. 114, n. 3, p. 326-334, 1998.

WESTWOOD, A.R.; BLAIR, D. Effect of Regional Climate Warming on the Phenology of Butterflies in Boreal Forests in Manitoba, Canada. **Entomological Society of America**, v. 39, n. 3, p. 1122-1133, 2010.

ZIPF, L. et al. Climate effects on late-season flight times of Massachusetts butterflies. **International Journal of Biometeorology**, v. 61, p. 1667-1673, 2017.

## CONCLUSÃO GERAL

Os resultados aqui encontrados destacam a importância tanto das variáveis microclimáticas (temperatura local, velocidade do vento, luminosidade, e umidade relativa do ar) quanto das macroclimáticas (média da temperatura mínima/máxima/mensal e precipitação) visto todas terem se mostrado preditoras significativas em algum nível na estruturação das assembleias de borboletas. Sugere-se a continuação desses estudos com a investigação da influência de outras variáveis ambientais sobre a comunidade desses insetos, como presença de planta hospedeira para juvenis, recursos alimentares para adultos, conectividade e integridade ambientais, dentre outros. Estudos desse tipo são essenciais e devem tornar-se cada vez mais frequentes visto poderem ser utilizados para elaboração de futuras propostas de conservação e manejo da fauna de borboletas.

**ANEXO A - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DE BORBOLETAS NECTARÍVORAS SUAS ABREVIACÕES**

- Athra* - *Achlyodes mithridates thraso* (Hübner, 1807);  
*Azare* - *Autochton zarex* (Hübner, 1818);  
*Cinte* - *Callimormus interpunctata* (Plötz, 1884);  
*Crive* - *Callimormus rivera* (Plötz, 1882);  
*Cami* - *Codatractus aminias* (Hewitson, 1867);  
*Gbegg* - *Gorgythion begga begga* (Prittwitz, 1868);  
*Homri* - *Heliopetes omrina* (Butler, 1870);  
*Hphyl* - *Hylephila phyleus* (Drury, 1773);  
*Mleuc* - *Milanion leucaspis* (Mabille, 1878);  
*Pcati* - *Polites vibex catilina* (Plötz, 1886);  
*Pstac* - *Psoralis stacara* (Schaus, 1902);  
*Porcu* - *Pyrgus orcus* (Stoll, 1780);  
*Porcy* - *Pyrgus orcynoides* (Giacomelli, 1928);  
*Qmimu* - *Quadrus u-lucida mimus* (Mabilde & Boulet, 1917);  
*Sdami* - *Sarbia damippe* Mabille & Boulet, 1908;  
*Tgeom* - *Trina geometrina geometrina* (C. Felder & R. Felder, 1867);  
*Uproc* - *Urbanus procne* (Plötz, 1881);  
*Uprot* - *Urbanus proteus proteus* (Linnaeus, 1758);  
*Usimp* - *Urbanus simplicius* (Stoll, 1790);  
*Utele* - *Urbanus teleus* (Hübner, [1821]);  
*Wprem* - *Wallengrenia premnas* (Wallengren, 1860);  
*Xtryx* - *Xenophanes tryxus* (Stoll, 1780);  
*Bpolyd* - *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758);  
*Bpolys* - *Battus polystictus polystictus* (Butler, 1784);  
*Hcapy* - *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, [1809]);  
*Hasty* - *Heraclides astyalus astyalus* (Godart, 1819);  
*Hhect* - *Heraclides hectorides* (Esper, 1794);  
*Hbras* - *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906);  
*Mruri* - *Mimoides lysithous rurik* (Eschscholtz, 1821);  
*Pagav* - *Parides agavus* (Drury, 1782);  
*Pneph* - *Parides anchises nephalion* (Godart, 1819);

*Pbuni* - *Parides bunichus* (Hübner, 1821);  
*Aorse* - *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819);  
*Clesb* - *Colias lesbia lesbia* (Fabricius, 1775);  
*Esino* - *Eurema albula sinoe* (Godart, 1819);  
*Edeva* - *Eurema deva deva* (Doubleday, 1847);  
*Eflav* - *Eurema elathea flavescens* (Chavannes, 1850);  
*Herot* - *Hesperocharis erota* (Lucas, 1852);  
*Pneoc* - *Phoebis neocypris neocypris* (Hübner, [1823]);  
*Pphi* - *Phoebis philea philea* (Linnaeus, 1763);  
*Pmarc* - *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777);  
*Pnehe* - *Pseudopieris nehemia* (Boisduval, 1836);  
*Rbank* - *Rhabdodryas trite banksi* (Breyer, 1939);  
*Tauto* - *Tatochila autodice* (Hübner, 1818);  
*Ameli* - *Arawacus meliboeus* (Fabricius, 1793);  
*Asepa* - *Arawacus separata* (Lathy, 1926);  
*Ccaul* - *Calycopsis caulonia* (Hewitson, 1877);  
*Lcass* - *Leptotes cassius* (Cramer, 1775);  
*Egeon* - *Euselasia geon* Seitz, 1913;  
*Eoccu* - *Euselasia hygenius occulta* Stichel, 1919;  
*Msmith* - *Melanis smithiae* (Westwood, 1851);  
*Rlyci* - *Riodina lycisca* (Hewitson, 1863);  
*Rlysi* - *Riodina lycisca lysistratus* Burmeister, 1878;  
*Acary* - *Actinote carycina* Jordan, 1913;  
*Amela* - *Actinote melanisans* Oberthür, 1917;  
*Apyrr* - *Actinote thalia pyrrha* (Fabricius, 1775);  
*Amyth* - *Adelpha mythra* (Godart, [1824]);  
*Asyma* - *Adelpha syma* (Godart, [1824]);  
*Amacu* - *Agraulis vanillae maculosa* [Stichel, 1907];  
*Aroes* - *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821);  
*Bhype* - *Biblis hyperia* (Cramer, 1779);  
*Cgale* - *Capronnieria galesus* (Godart, [1824]);  
*Csaund* - *Chlosyne lacinia saundersi* (Doubleday, [1847]);  
*Derip* - *Danaus erippus* (Cramer, 1775);

*Djuno* - *Dione juno juno* (Cramer, 1779);  
*Dlaur* - *Doxocopa laurentia* (Godart, 1824);  
*Dalci* - *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779);  
*Dmyrr* - *Dynamine myrrhina* (Doubleday, 1849);  
*Ehubn* - *Epiphile hubneri* Hewitson, 1861;  
*Ehyme* - *Episcada hymenaea hymenae* (Prittwitz, 1865);  
*Eeupo* - *Epityches eupompe* (Geyer, 1832);  
*Elans* - *Eresia lansdorfi* (Godart, 1819);  
*Etisi* - *Eteona tisiphone* (Boisduval, 1836);  
*Eebur* - *Eunica eburnea* Fruhstorfer, 1907;  
*Eclau* - *Euptoieta claudia* (Cramer, 1775);  
*Fnecy* - *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]);  
*Gmusc* - *Godartiana muscosa* (Butler, 1870);  
*Hepin* - *Hamadryas epinome* (C.Felder & R.Felder, 1867);  
*Hphyl* - *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775);  
*Hnarc* - *Heliconius ethilla narcaea* (Godart, 1819);  
*Hbell* - *Hypanartia bella* (Fabricius, 1793);  
*Hleth* - *Hypanartia lethe* (Fabricius, 1793);  
*Jevar* - *Junonia evarete* (Cramer, 1779);  
*Mlysi* - *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793);  
*Mthem* - *Methona themisto* (Hübner, 1818);  
*Msote* - *Moneuptychia soter* (Butler, 1877);  
*Maega* - *Morpho aega aega* (Hübner,[1822]);  
*Mcate* - *Morpho epistrophus catenaria* (Perry, 1811);  
*Machi* - *Morpho helenor achillides* C. Felder & R. Felder, 1867;  
*Odico* - *Ortilia dicoma* (Hewitson, 1864);  
*Oithr* - *Ortilia ithra* (Kirby, 1900);  
*Oorthi* - *Ortilia orthia* (Hewitson, 1864);  
*Pphron* - *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]);  
*Ppolty* - *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865);  
*Peury* - *Placidina euryanassa* (C. Felder et R..Felder, 1860);  
*Pphan* - *Praepedaliodes phanias* (Hewitson, 1862);  
*Perru* - *Pseudoscada erruca* (Hewitson, 1855);

*Stray* - *Siproeta epaphus trayja* Hübner, [1823];

*Speri* - *Stegosatyris periphas* (Godart, [1824]);

*Tlaud* - *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821);

*Torob* - *Tegosa orobia* (Hewitson, 1864);

*Vbraz* - *Vanessa braziliensis* (Moore, 1883).

**ANEXO B - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA  
HESPERIIDAE E SUAS ABREVIACÕES**

- Athra* - *Achlyodes mithridates thraso* (Hübner, 1807);  
*Azare* - *Autochton zarex* (Hübner, 1818);  
*Cinte* - *Callimormus interpunctata* (Plötz, 1884);  
*Crive* - *Callimormus rivera* (Plötz, 1882);  
*Camin* - *Codatractus aminias* (Hewitson, 1867);  
*Gbegg* - *Gorgythion begga begga* (Prittwitz, 1868);  
*Homri* - *Heliopetes omrina* (Butler, 1870);  
*Hphyl* - *Hylephila phyleus* (Drury, 1773);  
*Mleuc* - *Milanion leucaspis* (Mabille, 1878);  
*Pcati* - *Polites vibex catilina* (Plötz, 1886);  
*Pstac* - *Psoralis stacara* (Schaus, 1902);  
*Porcu* - *Pyrgus orcus* (Stoll, 1780);  
*Porcy* - *Pyrgus orcynoides* (Giacomelli, 1928);  
*Qmimu* - *Quadrus u-lucida mimus* (Mabilde & Boulet, 1917);  
*Sdami* - *Sarbia damippe* Mabille & Boulet, 1908;  
*Tgeom* - *Trina geometrina geometrina* (C. Felder & R. Felder, 1867);  
*Uproc* - *Urbanus procne* (Plötz, 1881);  
*Uprot* - *Urbanus proteus proteus* (Linnaeus, 1758);  
*Usimp* - *Urbanus simplicius* (Stoll, 1790);  
*Utele* - *Urbanus teleus* (Hübner, [1821]);  
*Wprem* - *Wallengrenia premnas* (Wallengren, 1860);  
*Xtryx* - *Xenophanes tryxus* (Stoll, 1780).

**ANEXO C - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA  
PAPILIONIDAE E SUAS ABREVIACÕES**

*Bpolyd* - *Battus polydamas polydamas* (Linnaeus, 1758);

*Bpolys* - *Battus polystictus polystictus* (Butler, 1784);

*Hcapy* - *Heraclides anchisiades capys* (Hübner, [1809]);

*Hasty* - *Heraclides astyalus astyalus* (Godart, 1819);

*Hhect* - *Heraclides hectorides* (Esper, 1794);

*Hbras* - *Heraclides thoas brasiliensis* (Rothschild & Jordan, 1906);

*Mruri* - *Mimoides lysithous rurik* (Eschscholtz, 1821);

*Pagav* - *Parides agavus* (Drury, 1782);

*Pneph* - *Parides anchises nephalion* (Godart, 1819);

*Pbuni* - *Parides bunichus* (Hübner, 1821).

**ANEXO D - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA  
PIERIDAE E SUAS ABREVIações**

- Aorse* - *Ascia monuste orseis* (Godart, 1819);  
*Clesb* - *Colias lesbia lesbia* (Fabricius, 1775);  
*Esino* - *Eurema albula sinoe* (Godart, 1819);  
*Edeva* - *Eurema deva deva* (Doubleday, 1847);  
*Eflav* - *Eurema elathea flavescens* (Chavannes, 1850);  
*Herot* - *Hesperocharis erota* (Lucas, 1852);  
*Pneoc* - *Phoebis neocypris neocypris* (Hübner, [1823]);  
*Pphi* - *Phoebis philea philea* (Linnaeus, 1763);  
*Pmarc* - *Phoebis sennae marcellina* (Cramer, 1777);  
*Pnehe* - *Pseudopieris nehemia* (Boisduval, 1836);  
*Rbank* - *Rhabdodryas trite banksi* (Breyer, 1939);  
*Tauto* - *Tatochila autodice* (Hübner, 1818).

**ANEXO E - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DAS FAMÍLIAS  
LYCAENIDAE + RIDIONIDAE E SUAS ABREVIACÕES**

*Ameli* - *Arawacus meliboeus* (Fabricius, 1793);

*Asepa* - *Arawacus separata* (Lathy, 1926);

*Ccaul* - *Calycopis caulonia* (Hewitson, 1877);

*Lcass* - *Leptotes cassius* (Cramer, 1775);

*Egeon* - *Euselasia geon* Seitz, 1913;

*Eoccu* - *Euselasia hygenius occulta* Stichel, 1919;

*Msmi* - *Melanis smithiae* (Westwood, 1851);

*Rlyci* - *Riodina lycisca* (Hewitson, 1863);

*Rlysi* - *Riodina lycisca lysiistratus* Burmeister, 1878.

**ANEXO F - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA  
NYMPHALIDAE (NECTARÍVORAS) E SUAS ABREVIACÕES**

- Acary* - *Actinote carycina* Jordan, 1913;  
*Amela* - *Actinote melanisans* Oberthür, 1917;  
*Apyrr* - *Actinote thalia pyrrha* (Fabricius, 1775);  
*Amyth* - *Adelpha mythra* (Godart, [1824]);  
*Asyma* - *Adelpha syma* (Godart, [1824]);  
*Amacu* - *Agraulis vanillae maculosa* [Stichel, 1907];  
*Aroes* - *Anartia amathea roeselia* (Eschscholtz, 1821);  
*Bhype* - *Biblis hyperia* (Cramer, 1779);  
*Cgale* - *Capronnieria galesus* (Godart, [1824]);  
*Csaund* - *Chlosyne lacinia saundersi* (Doubleday, [1847]);  
*Derip* - *Danaus erippus* (Cramer, 1775);  
*Djuno* - *Dione juno juno* (Cramer, 1779);  
*Dlaur* - *Doxocopa laurentia* (Godart, 1824);  
*Dalci* - *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779);  
*Dmyrr* - *Dynamine myrrhina* (Doubleday, 1849);  
*Ehubn* - *Epiphile hubneri* Hewitson, 1861;  
*Ehyme* - *Episcada hymenaea hymenae* (Prittwitz, 1865);  
*Eeupo* - *Epityches eupompe* (Geyer, 1832);  
*Elans* - *Eresia lansdorfi* (Godart, 1819);  
*Etisi* - *Eteona tisiphone* (Boisduval, 1836);  
*Eebur* - *Eunica eburnea Fruhstorfer*, 1907;  
*Eclau* - *Euptoieta claudia* (Cramer, 1775);  
*Fncyc* - *Forsterinaria necys* (Godart, [1824]);  
*Gmusc* - *Godartiana muscosa* (Butler, 1870);  
*Hepin* - *Hamadryas epinome* (C.Felder & R.Felder, 1867);  
*Hphyl* - *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775);  
*Hnarc* - *Heliconius ethilla narcaea* (Godart, 1819);  
*Hbell* - *Hypanartia bella* (Fabricius, 1793);  
*Hleth* - *Hypanartia lethe* (Fabricius, 1793);  
*Jevar* - *Junonia evarete* (Cramer, 1779);  
*Mlysi* - *Mechanitis lysimnia lysimnia* (Fabricius, 1793);

*Mthem* - *Methona themisto* (Hübner, 1818);  
*Msote* - *Moneuptychia soter* (Butler, 1877);  
*Maega* - *Morpho aega aega* (Hübner,[1822]);  
*Mcate* - *Morpho epistrophus catenaria* (Perry, 1811);  
*Machi* - *Morpho helenor achillides* C. Felder & R. Felder, 1867;  
*Odico* - *Ortilia dicoma* (Hewitson, 1864);  
*Oithr* - *Ortilia ithra* (Kirby, 1900);  
*Oorthi* - *Ortilia orthia* (Hewitson, 1864);  
*Pphron* - *Paryphthimoides phronius* (Godart, [1824]);  
*Ppolty* - *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz, 1865);  
*Peury* - *Placidina euryanassa* (C. Felder et R..Felder, 1860);  
*Pphan* - *Praepedaliodes phanias* (Hewitson, 1862);  
*Perru* - *Pseudoscada erruca* (Hewitson, 1855);  
*Stray* - *Siproeta epaphus trayja* Hübner, [1823];  
*Speri* - *Stegosatyryrus periphas* (Godart, [1824]);  
*Tlaud* - *Tegosa claudina* (Eschscholtz, 1821);  
*Torob* - *Tegosa orobia* (Hewitson, 1864);  
*Vbraz* - *Vanessa braziliensis* (Moore, 1883).

**ANEXO G - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA FAMÍLIA NYMPHALIDAE (FRUGÍVORAS) E SUAS ABREVIACÕES**

*Aamph* - *Archaeoprepona amhimachus* (Fabricius,1775);  
*Achal* - *Archaeoprepona chalciope* (Hübner,1823);  
*Athal* - *Archaeoprepona demophon thalpius* (Hübner,1814);  
*Ademo* - *Archaeoprepona demophoon* (Hübner,1814);  
*Bnect* - *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer,1909);  
*Bbate* - *Blepolenis batea* (Hübner,[1821]);  
*Bcath* - *Blepolenis catharinae* (Stichel,1902);  
*Cpamp* - *Caligo illioneus pampeiro* Fruhstorfer,1904;  
*Ceuca* - *Callicore pygas eucale* (Fruhstorfer,1916);  
*Cgale* - *Capronnieria galesus* (Godart, [1824]);  
*Cpaeo* - *Carmina paeon* (Godart, 1804);  
*Camph* - *Catoblepia ampirhoe* (Hübner,1825);  
*Dcand* - *Diaethria candrena candrena* (Godart, 1824);  
*Ehubn* - *Epiphile hubneri* Hewitson,1861;  
*Eorea* - *Epiphile orea orea* (Hübner,1823);  
*Enara* - *Erichtodes narapa* (Schaus, 1902);  
*Ereev* - *Eryphanis reevesii* (Doubleday,1849);  
*Eebur* - *Eunica eburnea* Fruhstorfer, 1907;  
*Etati* - *Eunica tatila* (Herrich-Schäffer, [1855]);  
*Fnecy* - *Forsterinaria necys* (Godart,1824);  
*Gmusc* - *Godartiana muscosa* (Butler,1870);  
*Hamph* - *Hamadryas amphinome* (Linnaeus, 1767);  
*Hepin* - *Hamadryas epinome* (Felder&Felder,1867);  
*Hfebr* - *Hamadryas februa februa* (Hübner,[1823]);  
*Mherc* - *Manataria hercyna* (Hübner, 1821);  
*Msote* - *Moneuptychia soter* (Butler,1877);  
*Maega* - *Morpho aega* (Hübner,1822);  
*Mcate* - *Morpho catenarius* Perry, 1811;  
*Machi* - *Morpho helenor achillides* (C.Felder&R.Felder);  
*Ncyll* - *Narope cyllastros* Doubleday, [1849];  
*Oinvi* - *Opsiphanes invirae* (Hübner,1808);

*Oquit* - *Opsiphanes quiteria* (Stoll,1780);  
*Pphro* - *Paryphthimoides phronius* (Godart,[1824]);  
*Ppolt* - *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz,1865);  
*Ppamp* - *Penetes pamphanis* Doubleday,1849;  
*Pphan* - *Praepedaliodes phanias* (Hewitson,1862);  
*Plaer* - *Prepona laertes laertes* (Hübner, [1811]);  
*Ppyle* - *Prepona pylene* Hewitson,1854;  
*Sblom* - *Smyrna blomfieldia* (Fabricius,1775);  
*Slibi* - *Splendeptychia libitina* (Butler, 1870);  
*Typth* - *Taygetis ypthima* Hübner,1821;  
*Tlaot* - *Temenis laothoe* (Cramer, 1777);  
*Zstri* - *Zaretis strigosus* (Gmelin,1790).

**ANEXO H - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA SUBFAMÍLIA SATYRINAE E SUAS ABREVIACÕES**

- Bbate* - *Blepolenis batea* (Hübner,[1821]);  
*Bcath* - *Blepolenis catharinae* (Stichel,1902);  
*Cpamp* - *Caligo illioneus* pampeiro Fruhstorfer,1904;  
*Cgale* - *Capronniera galesus* (Godart, [1824]);  
*Cpaeo* - *Carminda paeon* (Godart, 1804);  
*Camph* - *Catoblepia amphirhoe* (Hübner,1825);  
*Enara* - *Erichtodes narapa* (Schaus, 1902);  
*Ereev* - *Eryphanis reevesii* (Doubleday,1849);  
*Fncyc* - *Forsterinaria necys* (Godart,1824);  
*Gmusc* - *Godartiana muscosa* (Butler,1870);  
*Mherc* - *Manataria hercyna* (Hübner, 1821);  
*Msote* - *Moneuptychia soter* (Butler,1877);  
*Maega* - *Morpho aega* (Hübner,1822);  
*Mcate* - *Morpho catenarius* Perry, 1811;  
*Machi* - *Morpho helenor achillides* (C.Felder&R.Felder);  
*Ncyll* - *Narope cyllastros* Doubleday, [1849];  
*Oinvi* - *Opsiphanes invirae* (Hübner,1808);  
*Oquit* - *Opsiphanes quiteria* (Stoll,1780);  
*Pphro* - *Paryphthimoides phronius* (Godart,[1824]);  
*Ppolt* - *Paryphthimoides poltys* (Prittwitz,1865);  
*Pphan* - *Praepedaliodes phanias* (Hewitson,1862);  
*Slibi* - *Splendeuptychia libitina* (Butler, 1870);  
*Typth* - *Taygetis ypthima* Hübner,1821.

**ANEXO I - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA SUBFAMÍLIA  
BIBLIDINAE E SUAS ABREVIACÕES**

*Bnect* - *Biblis hyperia nectanabis* (Fruhstorfer,1909);

*Ceuca* - *Callicore pygas eucale* (Fruhstorfer,1916);

*Dcand* - *Diaethria candrena candrena* (Godart, 1824);

*Eebur* - *Eunica eburnea* Fruhstorfer, 1907;

*Ehubn* - *Epiphile hubneri* Hewitson,1861;

*Eorea* - *Epiphile orea orea* (Hübner,1823);

*Etati* - *Eunica tatila* (Herrich-Schäffer, [1855]);

*Hamp* - *Hamadryas amphinome* (Linnaeus, 1767);

*Hepin* - *Hamadryas epinome* (Felder&Felder,1867);

*Hfebr* - *Hamadryas februa februa* (Hübner,[1823]);

*Tlaot* - *Temenis laothoe* (Cramer, 1777).

**ANEXO J - CORRESPONDÊNCIAS ENTRE OS NOMES DAS ESPÉCIES DA SUBFAMÍLIA CHARAXINAE E SUAS ABREVIACÕES**

*Aamph* - *Archaeoprepona amphimachus* (Fabricius,1775);

*Achal* - *Archaeoprepona chalciope* (Hübner,1823);

*Athal* - *Archaeoprepona demophon thalpius* (Hübner,1814);

*Ademo* - *Archaeoprepona demophoon* (Hübner,1814);

*Ppamp* - *Penetes pamphanis* Doubleday,1849;

*Plaer* - *Prepona laertes laertes* (Hübner, [1811]);

*Ppyle* - *Prepona pylene* Hewitson,1854;

*Zstri* - *Zaretis strigosus* (Gmelin,1790).