

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Instituto de Biologia**  
**Curso Ciências Biológicas - Bacharelado**



**Trabalho de Conclusão de Curso**

**Variação sazonal na estrutura da assembleia de borboletas frugívoras  
(Lepidoptera: Nymphalidae) em matas de Restinga no extremo sul do Brasil**

**Taiane Schwantz de Moraes**

**Pelotas, 2018**

**Taiane Schwantz de Moraes**

**Variação sazonal na estrutura da assembleia de borboletas frugívoras  
(Lepidoptera: Nymphalidae) em matas de Restinga no extremo sul do Brasil**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Cristiano Agra Iserhard

Pelotas, 2018

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação na Publicação

M827v Moraes, Taiane Schwantz de

Variação sazonal na estrutura da assembleia de borboletas frugívoras (Lepidoptera: nymphalidae) em matas de restinga no extremo sul do Brasil / Taiane Schwantz de Moraes ; Cristiano Agra Iserhard, orientador. — Pelotas, 2018.

33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) — Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Clima subtropical. 2. Distribuição temporal. 3. Sazonalidade. 4. Análise circular. I. Iserhard, Cristiano Agra, orient. II. Título.

CDD : 595.78

Taiane Schwantz de Moraes

Variação sazonal na estrutura da assembleia de borboletas frugívoras  
(Lepidoptera: Nymphalidae) em matas de Restinga no extremo sul do Brasil

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado, como requisito parcial, para obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas no Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 23 de novembro de 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Cristiano Agra Iserhard (Orientador)

Doutor em Biologia Animal pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

M.Sc. Aline Richter

Mestre em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Rafael Antunes Dias

Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Sebastian Felipe Sendoya Echeverry

Doutor em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas

## Agradecimentos

A paixão pela Biologia começou logo cedo. Minha mãe concluiu os estudos somente depois que eu já estava na escola, vez ou outra precisando me levar com ela para a aula. Os professores, em sua maioria bastante compreensivos, faziam de tudo para dar sua aula e também entreter a criança curiosa que eu era. Entre eles se destacava a professora de Biologia, sempre levando maquetes para ensinar biologia celular, fazendo desenhos coloridos no quadro, incentivando a feira de ciências e me prendendo bastante atenção. Lembro de achar tudo muito bonito, interessante, ficar intrigada perguntando pra minha mãe “o que é nicho ecológico?” e ela procurando palavras pra explicar algo assim para uma criança de 7 anos. Desde então sempre adorei as aulas de ciências, as pequenas feiras da minha escola em que fazíamos vulcões com vinagre (nem sempre dava certo, mas esse era o espírito), as maquetes do sistema solar, as poucas aulas de educação ambiental. Até que na 5ª série eu “decidi” que queria ser Bióloga (mesmo que na época eu nem soubesse direito o que significava fazer uma faculdade). Acabei desviando minha trajetória quando começou o ensino médio, disseram que teria mais futuro fazendo um curso técnico e eu fui. Mesmo tendo pouquíssimas aulas de Biologia, tive o professor Sandro (infelizmente não lembro o sobrenome), que me despertou novamente o amor pela ciência. Decidi que correria atrás do que eu sempre quis ser e, mesmo com um pouco de atraso pelo desvio da trajetória, estou aqui, concluindo a graduação que eu sempre quis, sendo Bióloga de “ir pro meio do mato”.

Agradeço primeiramente à minha mãe, por ser uma mulher estudiosa, batalhadora e sempre ter me incentivado a ser aplicada nos estudos. Sempre buscou o melhor pra mim e apesar das divergências que acontecem, sei que quer me ver bem, me ver crescer, ser independente, feliz na minha profissão. Muito obrigado por todo esforço e apoio.

Ao meu namorado, Otávio Luzzardi, companheiro desde o início da graduação. Agradeço por estar sempre ao meu lado, me apoiando, me ajudando e me dando forças pra nunca desistir, acreditando mais em mim do que eu mesma às vezes. Sou imensamente grata por te ter aqui. Vamos crescer juntos e aos poucos chegamos onde queremos chegar. Te amo muito.

Ao meu orientador, Cristiano Agra, Cris, chefinho. Gostaria de ter tido Ecologia II logo no início da graduação para ter descoberto mais cedo meu rumo no curso. Eu sei que tudo tem seu tempo, que não nos encontramos logo de cara. Sei também que nesses pouco mais de 1 ano e meio de LELEP amadureci muito como pessoa e pesquisadora. Muito obrigado pela paciência, incentivo, puxões de orelha, por acreditar em mim e desenvolvermos esse trabalho lindo. Tem muito mais vindo pela frente, o que me anima muito e também me deixa bastante ansiosa. Mas como tu sempre diz: “Caaaaaaalma, tudo vai dar certo!”. Obrigado por tudo. As borboletas fizeram eu encontrar o meu lugar.

À Kaká e Binoca, que me ensinaram bastante do que eu sei de borboletas. Além de companheiras de lab e campos no Horto, Flona, se tornaram pessoas muito amigas e que eu quero muito bem. Obrigado às duas por todos os ensinamentos, todas as conversas, perrengues passados, cervejas tomadas. Gosto muito de vocês e me espelho muito no que vocês são, um dia quero ser Ecóloga conhecedora de muitas borboletas e teorias ecológicas que nem vocês. Obrigado lindonas, vocês têm um lugar especial no meu coraçãozinho.

Todo pessoal do lab que me ajudou em campo, Joycezinha, Sabrina, Gio, Lucas, Diniz, Nati, Gabi, amigas soles, pai e mãe, meninos e meninas que há pouco entraram no lab, mas muito quebraram galho, agradeço toda a ajuda de vocês. Ao Julieser, o Juli, que no início da graduação tínhamos nossas diferenças, mas aos poucos nos tornamos grandes amigos. Obrigado pela amizade, pelos mates, trabalhos em grupo, estudos, desabafos. Muito salvou minha vida dirigindo para que pudéssemos fazer os campos! Ao Seu Álvaro, que vem nos acompanhando fielmente nos campos de 2018, contando seus causos, fazendo os “enjambres” quando algo dá errado e “colocando na pinha pequena” quando o tempo tá curto ou vai chover. Muito obrigado pela ajuda! Um trabalho de longa duração mobiliza a ajuda de bastante gente. Obrigado a todos que de alguma forma contribuíram na trajetória até aqui.

Às minhas amigas solenóglifas, Bia, Isa, Adri, Julinha, pela amizade de longa data, companheirismo, as risadas, o apoio. Sou muito grata por ter vocês de amigas. Agradeço principalmente à Adri, por estar sempre aqui por mim, seja pra fazer trabalho chato, pra falar bobagem, pra me fazer almoço e pastel ou pra dizer “TU TE ACALMA!!” e depois se matar rindo. A Biologia nos uniu e nunca vamos nos separar, muito obrigado por tudo curica.

À Mara Patrícia, a Paty, amizade razoavelmente recente, mas que parece que nos conhecemos há anos. Obrigado pelo companheirismo, trabalhos em grupo, pelas surtadas coletivas que sempre dávamos um jeito de nos acalmar. “Calma. Vai dar tempo. Vai dar certo, não te apavora!”. Admiro muito tua inteligência e dedicação, teu amor pela tua filha que te fez criar uma linda menininha enquanto eras uma das alunas mais aplicadas da faculdade. Te admiro muito e torço por um futuro lindo pra vocês. Obrigado.

Aos professores, colegas de aula. Cinco anos de graduação é bastante tempo. A convivência diária, os ensinamentos. Sentirei saudades.

Da graduação, fica o ensinamento: temos que acreditar em nós mesmos. É gratificante ter o reconhecimento do outro, das pessoas acreditarem em ti, no teu potencial. Mas mais importante ainda é nós acreditarmos em nós mesmos, que somos capazes, porque nós somos, só temos que persistir, estudar e ter pensamento positivo de que as coisas vão dar certo. Tudo tem seu tempo e esforço necessário. E por mais que possa ser difícil para algumas pessoas, temos que trabalhar no nosso próprio reconhecimento. É estranho escrever isso, mas: obrigado a mim mesma. Por não ter desistido, por ter chegado até aqui. Sei que tenho muito o que aprender ainda e que me cobro até demais. Mas depois de anos de curso e de meses em cima de um TCC, ver o resultado final é muito gratificante. Somos capazes, temos forças pra vencer. E hoje, faltando pouco tempo pra defesa e finalização da graduação, eu posso dizer que estou me formando no curso que sempre quis e que tenho amor pelo que faço. Bióloga, Pesquisadora, futura Ecóloga (e Borboletóloga, como diz a Gio). Obrigado!

## Resumo

SCHWANTZ DE MORAES, Taiane. **Variação sazonal na estrutura da assembleia de borboletas frugívoras (Lepidoptera: Nymphalidae) em matas de Restinga no extremo sul do Brasil**. 2018. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Ciências Biológicas - Bacharelado, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Inúmeros fatores são capazes de moldar a estruturação das comunidades de insetos. A sazonalidade é um deles, que é capaz de influenciar o ciclo de vida de diferentes espécies, resultando em padrões de distribuição temporal sazonal em indivíduos de certas regiões. Estudos abordando esse tema são escassos, principalmente na região subtropical. O objetivo do estudo foi verificar padrões de sazonalidade e distribuição temporal de assembleias de borboletas frugívoras em Matas de Restinga no extremo sul do Brasil. As hipóteses são de que riqueza (S) e abundância (N) serão maiores nas estações mais quentes (verão e primavera) e menores nas mais frias (inverno e outono), com composição distinta para cada uma das estações. As amostragens foram realizadas mensalmente, de dezembro de 2014 até novembro de 2017. Foram dispostas cinco armadilhas com iscas atrativas em cada uma das nove unidades amostrais (UA), revisando-as a cada 24 horas. Temperatura e umidade relativa foram mensuradas em cada UA para posterior análise exploratória. Os dados foram avaliados a partir de S e N e composição de espécies de borboletas frugívoras. Registramos 1.227 indivíduos, de 29 espécies, das quatro subfamílias frugívoras de Nymphalidae. Houve grande variação de temperatura no inverno, com temperaturas médias elevadas e umidade baixa. Em geral, o verão é a estação mais quente e úmida. O verão foi a estação com maior equabilidade e diversidade, seguido por outono e inverno e, surpreendentemente, a primavera com maior dominância e menor diversidade. Os histogramas circulares indicam maior abundância de Biblidinae, Charaxinae, Satyrinae e total da assembleia em janeiro, caracterizando evento sazonal; e de Nymphalinae em novembro, mas com distribuição uniforme ao longo dos meses de ocorrência. A composição de espécies foi igual para inverno e primavera, diferindo para as demais estações. Maior diversidade no verão e outono provavelmente refletem padrão de menor dominância, com condições e disponibilidade de recursos adequados, diminuindo a competição entre espécies. Em regiões subtropicais, a maioria dos insetos apresenta um sincronismo entre atividade de adultos e juvenis com seus respectivos recursos, aliados às condições ideais. Sugere-se que a diapausa de determinadas espécies não seja interrompida a tempo dos imaturos se tornarem adultos para mudarem significativamente a composição de espécies na primavera. Sugerimos uma sazonalidade pronunciada na assembleia de borboletas frugívoras em região subtropical, com um único pico de adultos no verão.

**Palavras-chave:** clima subtropical, distribuição temporal, sazonalidade, análise circular



## Abstract

SCHWANTZ DE MORAES, Taiane. **Seasonal variation in the structure of fruit-feeding butterflies assemblages (Lepidoptera: Nymphalidae) in Restinga forests in the extreme southern Brazil**. 2018. 33p. Final Course Assignment – Biological Sciences Graduation Course – Bachelor's Degree, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Several factors shape the structure of insect communities. Seasonality is one of them, influencing the life cycle of different species, resulting in seasonal and temporal distribution patterns in individuals from certain regions. Studies regarding this theme are scarce, especially in the subtropical region. This study aims to evaluate the influence of seasonality on diversity patterns of fruit-feeding butterfly assemblages in Restinga forests in the extreme southern Brazil. The hypotheses are that richness (S) and abundance (N) would be higher in warmer seasons (summer and spring) and lower in colder ones (winter and autumn), with distinct composition for each season. Samplings were carried out monthly from December 2014 until November 2017. Five traps with attractive baits were placed in each of the nine sampling units (SU) and revised every 24 hours. Temperature and moisture were measured in each SU for later exploratory analysis. Data was then evaluated from S and N and fruit-feeding butterflies species composition. We recorded 1,227 individuals, from 29 species of the four fruit-feeding Nymphalidae subfamilies. There was great temperature variation during winter, with high average temperatures and low moisture. In general, summer is the hottest and most humid season. Summer had high equability and diversity, followed by autumn, winter and, surprisingly, spring with greater dominance and less diversity. Circular histograms indicate greater Biblidinae, Charaxinae, Satyrinae and total assemblage abundance in January, characterizing a seasonal event; and Nymphalinae in November with uniform distribution throughout the months of occurrence. Greater diversity during summer and autumn probably reflect a lower dominance pattern, with adequate resource availability, reducing the competition among species. In subtropical regions, most of the insects show a synchronism between adult and juvenile activities with their respective resources linked to ideal environmental conditions. Winter and spring having similar species composition reflects the tolerance of the same groups of species adapted to these seasons. It is suggested that certain species diapause is not interrupted in time for immatures to become adults to significantly change species composition in the spring. We suggest a pronounced seasonality in the assemblage of fruit-feeding butterflies in the subtropical region, with a single peak for adults in the summer.

**Keywords:** seasonality, subtropical climate, temporal distribution, circular analysis

## Sumário

<b>1 Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Objetivos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2 Hipóteses.....</b>	<b>14</b>
<b>2 Materiais e Métodos.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1 Área de Estudo.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Amostragem.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3 Variáveis Ambientais.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Análise de Dados.....</b>	<b>17</b>
<b>3 Resultados.....</b>	<b>19</b>
<b>4 Discussão.....</b>	<b>25</b>
<b>5 Conclusão.....</b>	<b>28</b>
<b>Referências.....</b>	<b>29</b>
<b>Apêndices.....</b>	<b>32</b>

## 1 Introdução

Existem inúmeros fatores que podem influenciar na estruturação de uma comunidade e determinar seus padrões de riqueza, abundância e composição de espécies, sendo estes de diferentes tipos. Indica-se que, além das interações ecológicas, os mais importantes sejam os fatores geográficos, como latitude e altitude (BEGON et al., 2006). Entretanto, muitas outras variáveis como a produtividade e heterogeneidade ambiental, precipitação, temperatura, umidade e sazonalidade podem, também, exercer efeitos sobre estas comunidades.

Provavelmente o gradiente de riqueza de espécies mais conhecido é o aumento que ocorre dos pólos em direção aos trópicos. Isso se dá devido aos trópicos possuírem uma maior estabilidade climática, possuindo também maior produtividade. Em regiões temperadas as variações climáticas são maiores, com amplitudes de temperatura muito acentuadas e, conseqüentemente, sazonalidade altamente pronunciada (WOLDA, 1978; 1988). Quanto maior a latitude, maior a severidade climática, na qual regiões temperadas e subtropicais possuem estações frias alternadas com estações mais quentes e a mudança entre períodos chuvosos e secos tendem a formar padrões de atividade sazonais em diferentes organismos (WOLDA, 1988).

A variedade de padrões de sazonalidade encontrados varia, muitas vezes, dentro do mesmo táxon e numa mesma área, o que diz muito sobre a complexidade do assunto. Wolda (1988) indicou a presença de três tipos de padrões de sazonalidade em insetos. O tipo I, sazonal, com um ou mais picos na abundância de uma espécie ao decorrer do ano, com ausência de indivíduos no restante do tempo; o tipo II, também sazonal, mostrando picos na abundância, porém com o número de indivíduos nunca decaindo a zero; e o tipo III, não sazonal, com abundância relativamente constante, apresentando pequenas flutuações ao longo do ano. O problema nestes padrões de sazonalidade é que diferentes processos podem gerar resultados com o mesmo padrão temporal (KISHIMOTO-YAMADA et al., 2015). Por exemplo, um resultado que apresenta dois picos de abundância pode significar que uma espécie

possui duas gerações diferentes ou que apenas estava em dormência em um momento desfavorável. Portanto, nesse caso são necessárias informações do ciclo de vida de cada espécie para a melhor interpretação de sua distribuição temporal.

Estudos que visam elucidar a influência do tempo nos padrões de sazonalidade podem ajudar a estabelecer correlações entre variações climáticas e picos de abundância e riqueza de determinada comunidade (BEGON et al., 2007). Porém, pesquisas envolvendo padrões de diversidade temporal e sazonalidade de insetos ainda são escassas, principalmente em regiões subtropicais. Insetos, em geral, tem suas populações afetadas pela influência das estações ao longo do ano, principalmente devido à mudança de fatores climáticos como a temperatura, umidade e fotoperíodo, o que afeta a distribuição destes organismos pela disponibilidade de recursos para adultos e juvenis (WOLDA, 1978; WOLDA 1988; POZO et al., 2008). Nas regiões temperadas, a maioria dos insetos apresenta mudança sazonal em sua abundância e período de atividade, sendo elas maiores nos meses de primavera e verão. Nos trópicos o número de espécies ativas ao decorrer do ano é maior, com período de atividade prolongado e picos sazonais menos definidos. O ciclo de vida dos insetos tende a começar mais cedo, ter maior duração e maior número de gerações com o decréscimo latitudinal (WOLDA, 1988).

As borboletas estão subdivididas em seis famílias: HesperIIDae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Riodinidae. Além disso, são classificadas de acordo com o hábito alimentar dos adultos em duas guildas, sendo borboletas nectarívoras as que se alimentam do néctar das flores; e frugívoras, as que consomem frutos em decomposição, exsudatos de plantas, carcaças e fezes de animais (DEVRIES, 1987). Nymphalidae é a única representante da guilda de borboletas frugívoras, contendo quatro subfamílias: Satyrinae, Charaxinae, Biblidinae e algumas tribos de Nymphalinae (FREITAS et al, 2014). São ótimos organismos modelos para estudos de comunidades por participarem de diversos processos ecológicos e serem facilmente coletadas em armadilhas com iscas atrativas, o que possibilita esforço amostral padronizado e amostragem simultânea em diferentes localidades (FREITAS et al, 2003). Borboletas possuem íntima associação com seus habitats e são sensíveis a pequenas variações ambientais, sendo seu ciclo de vida estritamente relacionado a tais variações e resultando em estratégias de sobrevivência diferentes ao longo das estações (ISERHARD, 2010). Em regiões tropicais são potencialmente sensíveis a

mudanças sazonais na precipitação (BRABY, 1995; HILL et al., 2003), porém poucos são os estudos avaliando os padrões de sazonalidade nas comunidades destes insetos (KISHIMOTO-YAMADA, 2015).

Shapiro et al. (2003) indica que a distribuição temporal e a diversidade de borboletas mostram grande variação entre os anos, devido a sazonalidade e fenologia destes insetos. As borboletas entram em diapausa em estações mais frias e exibem um aumento de atividade e sobrevivência de adultos em temperaturas mais altas. Ribeiro et al. (2010), em estudo realizado com borboletas frugívoras em Mata Atlântica de São Paulo, encontraram um aumento na riqueza e abundância desses indivíduos em temperaturas mais elevadas e, conseqüentemente, maior atividade nesse período. Altas temperaturas influenciam sua atividade devido ao aumento na disponibilidade de recursos e também por conta de o calor aquecer suas asas e aumentar sua capacidade de voo.

Kishimoto-Yamada et al. (2015) fizeram uma revisão sobre a sazonalidade de insetos com estudos incluindo período de amostragem de pelo menos dois anos, os quais abordavam as flutuações temporais na abundância e atividade de insetos, em regiões tropicais secas e úmidas. Basicamente, os padrões de sazonalidade nos trópicos são dados de acordo com a influência exercida pelas taxas de precipitação, o que pode afetar, direta ou indiretamente, o fotoperíodo, a disponibilidade de recursos e as interações ecológicas. Os indivíduos das regiões secas mostraram padrões de distribuição temporal sazonal, enquanto que os de regiões chuvosas mantiveram sua abundância constante durante todo o ano. Nesta revisão, em La Selva, Equador, Nymphalidae teve abundância diferente entre estações secas e chuvosas, mostrando padrão sazonal de distribuição (DEVRIES & WALLA, 2001; GROGAN et al., 2012). Todavia em Nova Guiné e outras localidades, estudos com Lepidoptera não detectaram sazonalidade, apresentando composição e riqueza de espécies constante durante o ano (ORR & HAEUSER, 1996; INTACHAT et al., 2001; NOVOTNY et al., 2002). Apesar de terem sido propostas várias hipóteses tentando explicar como a sazonalidade afeta os insetos tropicais, não se tem um total entendimento sobre este assunto.

Iserhard et al. (2017) realizaram um estudo em Floresta Atlântica subtropical, para verificar se a estrutura das assembleias de borboletas é a mesma em um período de três anos de amostragem. Os autores compararam padrões de diversidade de

borboletas levando em conta mudanças sazonais e uma lacuna de quatro anos entre a primeira e as demais amostragens. Foram registradas 14.442 borboletas, distribuídas em 401 espécies, pertencentes às seis famílias. Foi constatado que a riqueza, abundância e composição de espécies foi diferente ao longo do tempo, tendo o primeiro e terceiro ano maior riqueza e abundância. A composição de espécies de borboletas foi diferente em cada uma das estações do ano, sendo a comunidade moldada principalmente pelo componente temporal. Os resultados indicam que a sazonalidade em ambientes de Mata Atlântica subtropical, com quatro estações bem definidas e diferenças marcantes na amplitude térmica da região, são determinantes para os padrões de diversidade e distribuição de borboletas.

Santos et al. (2017) descreveram a estratificação vertical de borboletas frugívoras em uma Floresta Estacional Semidecidual em São Paulo, avaliando se a heterogeneidade de condições climáticas e a variação sazonal de fatores abióticos preveem a diversidade da comunidade de borboletas entre dois diferentes estratos (subosque e dossel). Registraram 69 espécies, com 632 indivíduos no sub-bosque e 1415 no dossel. A variação temporal na riqueza e abundância de espécie foi semelhante, apresentando dois picos: um na transição da estação seca para a chuvosa (setembro-outubro) e outro da estação chuvosa para a seca (fevereiro a abril). O dossel foi mais rico e abundante que o sub-bosque, mesmo nos meses mais frios (junho, julho, agosto).

As restingas estão inclusas no domínio da Mata Atlântica e formam um conjunto de ecossistemas com fisionomias distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos. A vegetação destas áreas varia desde herbáceas raptantes praianas até florestas fechadas (ARAUJO & LACERDA, 1987), exercendo papel fundamental na preservação da fauna residente e migratória (FALKENBERG, 1999). No sul do Brasil, o Rio Grande do Sul é o único que possui estudos realizados com borboletas em áreas de restinga. Quadros et al. (2004) fez a compilação de informações sobre a diversidade de borboletas da família Nymphalidae em dez municípios do litoral norte. Marchiori e Romanowski (2006) investigaram a diversidade, composição e padrão de atividade diária de borboletas de áreas de restingas. Observaram, também, que o horário de atividade das borboletas varia ao longo das estações do ano, com tendência de maior atividade para o período da manhã. Bellaver et al. (2012) realizaram um inventário de espécies ocorrentes em fragmentos de restinga situados

na Planície Costeira Norte, sendo listadas a ocorrência de 124 espécies pertencentes à todas as seis famílias de borboletas. Marchiori et al. (2014) inventariaram as espécies de borboletas ocorrentes em duas áreas no Rio Grande do Sul, obtendo uma lista com 92 espécies para Matas de Restinga e 134 para Matas de Araucária. Neste estudo, foram também verificadas a variação na composição de espécies entre as comunidades de borboletas ao decorrer de dois anos, sendo registradas espécies não conhecidas para as diferentes formações vegetais amostradas. Silva et al. (2013) inventariaram as borboletas frugívoras do Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, município de Capão do Leão, extremo sul do Rio Grande do Sul, listando 16 espécies desta guilda.

A região sul do Brasil, que está sob influência do clima subtropical, apresenta altas variações de sazonalidade e, conseqüentemente, na diversidade temporal das borboletas (ISERHARD et al., 2017). Estudos que abordem a influência da sazonalidade na distribuição de insetos em longas séries temporais são escassos para regiões subtropicais. Tendo isso em vista, este trabalho visou aumentar o conhecimento sobre o assunto através de uma avaliação em longo prazo para tentar elucidar como a sazonalidade influencia a distribuição temporal destas comunidades de borboletas frugívoras em Matas de Restinga no extremo sul do Brasil.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste estudo foi verificar padrões de sazonalidade e distribuição temporal da assembleia de borboletas frugívoras em matas de Restinga no extremo sul do Brasil.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

1. Avaliar riqueza, abundância e composição de espécies de borboletas frugívoras ao longo de três anos de amostragem.
2. Verificar se as subfamílias de borboletas frugívoras possuem padrões marcados de sazonalidade na estruturação das suas assembleias.

## 1.2 Hipóteses

As hipóteses deste trabalho são de que (i) a sazonalidade influenciará a riqueza e abundância de espécies, sendo estas maiores nas estações mais quentes (primavera e verão) e menores nas estações mais frias (outono e inverno); (ii) a composição de espécies de borboletas frugívoras irá variar ao longo do tempo, sendo esta distinta para cada estação do ano devido às quatro estações bem definidas da região subtropical; (iii) que as subfamílias frugívoras de Nymphalidae terão padrão de sazonalidade do tipo I, ou seja, com pico de abundância em período mais favorável à sua sobrevivência, com o número de indivíduos decaindo à zero em dado período do ano, influenciado pelas flutuações decorrentes às estações do ano.



## **2 Material e Métodos**

### **2.1 Área de Estudo**

O presente trabalho foi realizado em áreas de Restinga que compreendem o Horto Botânico Irmão Teodoro Luís (HBITL) (31°48'58" S; 52°25'55" W), com 27 ha de extensão, e áreas de Restinga adjacentes, as quais pertencem à Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e à Embrapa, e estão situadas no município do Capão do Leão, na Planície Costeira Sul do Rio Grande do Sul.

A área de estudo está dentro do Bioma Pampa e tem sua vegetação classificada como Formações Pioneiras (IBGE,1986), com influência da Mata Atlântica. Segundo a classificação de Köppen apresenta clima Cfa, subtropical úmido, com estações definidas (MORENO, 1961). As médias normais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são de 23°C,125 mm e 78,7% no verão; 18°C, 100 mm e 82% no outono; 13°C, 123 mm e 84% no inverno e 17°C, 108 mm e 79% na primavera (EMBRAPA, 2010).

### **2.2 Amostragem**

As amostragens foram realizadas mensalmente de dezembro de 2014 a novembro de 2017, completando três anos de coleta de dados. Cada amostragem teve a duração de quatro dias consecutivos, com intervalo de pelo menos quinze dias entre cada mês de amostragem.

Foram selecionadas nove unidades amostrais (UA) dentro da área de estudo, as quais estão localizadas no interior das matas de Restinga, com distância mínima de 300 m entre si (Figura 1). Em cada UA foram dispostas cinco armadilhas com iscas atrativas para borboletas frugívoras (tendo 45 armadilhas ao todo), distantes 8 m entre si (Figura 1) e suspensas à aproximadamente 1,50 m de altura do solo (GALLO, 2018).

Cada armadilha (Figura 2) é confeccionada em voal branco, em formato cilíndrico, com 110 cm de altura e 35 cm de diâmetro, sendo fechada na parte superior com plástico transparente, com funil interno invertido de 22 cm na inferior, que permite

a entrada de borboletas e impede fugas, com uma base fixa logo abaixo para a disponibilização de iscas em potes plásticos. As iscas atrativas foram preparadas de acordo com protocolos para borboletas frugívoras na região Neotropical, sendo feita uma mistura de banana madura fermentada com caldo de cana, preparadas 48 horas antes da primeira ocasião amostral (DEVRIES et al, 1997; FREITAS et al, 2014).

A revisão das armadilhas e troca das iscas se deu a cada 24 horas. Em cada revisão, os indivíduos foram retirados das armadilhas para identificação de sua espécie e sexo, sendo marcados e soltos. Cada borboleta foi marcada com caneta permanente nas asas com um respectivo número, que foi anotado na caderneta de campo, contendo os dados de identificação de cada uma para posterior tabelamento e análises. A marcação das borboletas também é feita para evitar recontagem de indivíduos. Foram coletados com pinça e colocados em envelopes entomológicos os espécimes de difícil identificação em campo e aqueles que ainda não tinham sido registrados na comunidade. Os indivíduos coletados foram levados para o Laboratório de Ecologia de Lepidoptera, no Departamento de Ecologia, Zoologia e Genética do Instituto de Biologia da UFPel, onde foram montados, identificados e depositados na coleção de referência do mesmo laboratório.

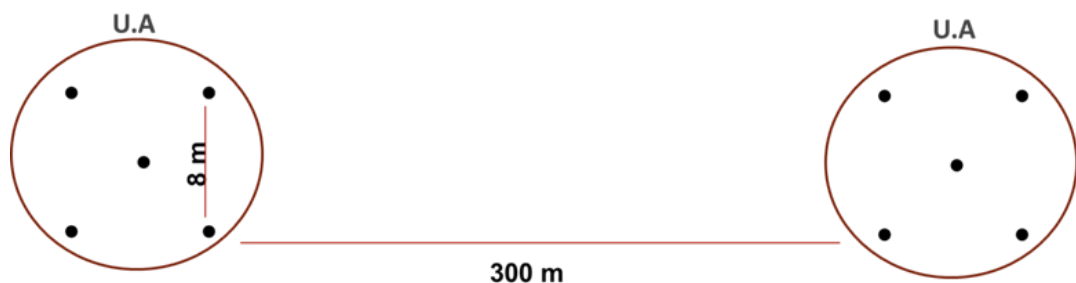


Figura 1 – Representação do desenho amostral entre as diferentes Unidades Amostrais e a disposição das armadilhas dentro de cada uma destas. Retirado de Gallo (2018).

### 2.3 Variáveis Ambientais

Em cada ocasião amostral foram mensuradas a temperatura e a umidade relativa do ar, antes da revisão da primeira armadilha e após a revisão da última armadilha, para cada uma das UA, durante os quatro dias consecutivos de campo. Para fazer esse controle foi utilizado o aparelho termo-higrômetro digital, sendo os dados anotados na caderneta de campo para tabelamento. As variáveis abióticas

medidas foram plotadas para cada estação ao longo dos três anos de amostragem, no qual foram utilizadas médias dos valores de temperatura e umidade. Neste caso, esta avaliação é meramente exploratória para auxiliar no padrão de diversidade encontrado para as comunidades de borboletas frugívoras.



Figura 2 – Modelo de armadilha Van Someren-Rydon utilizada em cada Unidade Amostral. Foto: Taiane Schwantz de Moraes.

## 2.4 Análise de dados

Os dados foram avaliados a partir da riqueza, abundância e composição de espécies das assembleias de borboletas frugívoras. Foram geradas curvas de suficiência amostral (com intervalos de confiança de 95%), com cálculo da cobertura amostral, para estimar a representatividade das amostragens ao longo do tempo. A diversidade entre as estações do ano foi avaliada a partir de perfil de diversidade, que por meio da estatística  $q$  (CHAO, 2016) verifica como são os padrões de diversidade para a riqueza ( $q = 0$ ), equabilidade ( $q = 1$ ) e dominância ( $q = 2$ ). Curvas de distribuição de abundância das espécies por estação do ano foram obtidas para explorar os padrões de equabilidade e dominância na comunidade.

Foram utilizadas análises circulares para verificar se a abundância total ou de determinados grupos taxonômicos de borboletas frugívoras apresentam um padrão

sazonal de distribuição. A abundância individual de cada subfamília e a total observadas na comunidade foram plotadas em histogramas circulares de 360 graus, tendo cada mês do ano duração de 30 graus, com janeiro em 0 graus e dezembro em 330 graus. Esta análise visa retirar o eventual efeito do tempo pela proximidade de meses amostrados em sequência na distribuição de abundância das borboletas frugívoras e verificar uma possível concentração de abundância em determinada época do ano ou estação. A concentração das abundâncias foi determinada a partir do comprimento do vetor  $r$ , que varia de 0 a 1. Quanto mais próximo de 1, maior é a concentração de dados no ângulo associado ao vetor. Para avaliar a distribuição dos dados na circunferência foi utilizado o teste de Rayleigh, que explica se a distribuição é uniforme ou se há uma tendência de distribuição em algum ângulo específico, caracterizando eventos sazonais.

Em relação à composição de espécies de borboletas, os dados foram ordenados por meio de uma PCoA (Análise de Coordenadas Principais), com medida de semelhança de Bray-Curtis para comparar a sazonalidade entre as estações do ano ao longo de todos os anos de amostragem nas Restingas estudadas. Cada unidade amostral foi representada pelos meses de cada estação do ano em que se registrou indivíduos. Posteriormente, foi realizado uma PERMANOVA para testar a significância dos agrupamentos obtidos a partir da mesma medida de semelhança e 999 aleatorizações. Todas as análises foram realizadas através dos programas estatísticos iNEXT (CHAO, 2016), Past 3.2 (HAMMER, 2018) e na versão teste de Oriana 4.02 (KOVACH, 2013).

### 3 Resultados

Após 64.800 horas de esforço amostral, foram registrados um total de 1.227 indivíduos, distribuídos em 29 espécies (Apêndice A), contemplando todas as quatro subfamílias frugívoras de Nymphalidae. Os dados de temperatura e umidade para cada uma das estações ao longo do período de coleta indicam uma variação grande de temperatura no inverno, com temperaturas médias elevadas e umidade mais baixa (Figura 3). Em geral, o verão foi a estação mais quente e úmida (Figura 3).

Para o verão foi obtido riqueza (S) de 23 espécies e abundância (N) de 691 indivíduos, outono com S = 20 e N = 228, primavera com S = 13 e N = 241 e inverno com S = 12 e N = 67. A cobertura amostral foi de 99,3% para o verão, 96,5% para o outono, 92,6% para o inverno e 98,3% para a primavera, demonstrando alta cobertura amostral e grande representatividade das assembleias em todas as estações amostradas. Em relação as abundâncias totais de borboletas frugívoras ao longo do tempo, o verão sempre foi a estação com maior abundância, sendo que as demais possuem muito menos indivíduos (Figura 4). Os invernos dos segundo e terceiro anos de coletas tiveram abundâncias muito próximas a zero, e o segundo ano de coleta registrou menos abundância quando comparado aos demais (Figura 4).

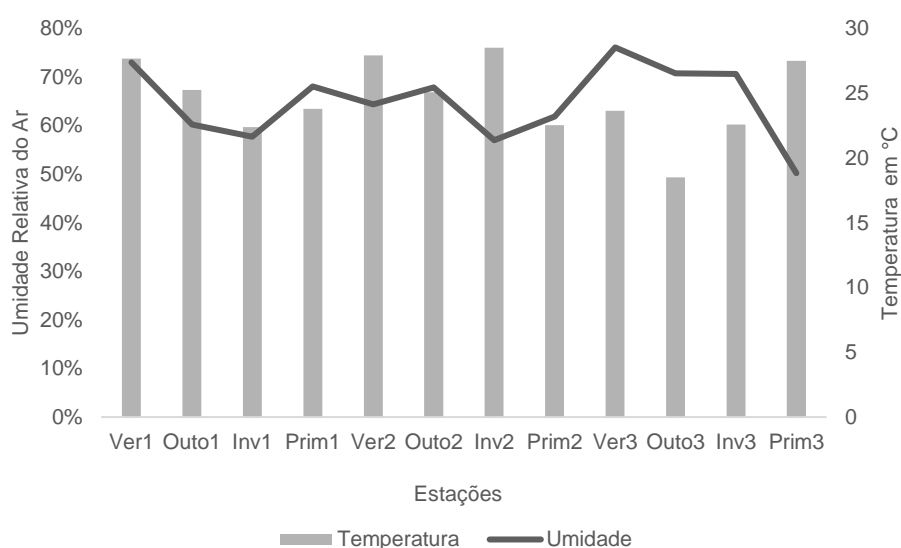


Figura 3 – Médias de temperatura e umidade de cada estação do ano, referentes aos dias em que houveram capturas de borboletas frugívoras em mata de Restinga do extremo sul do Brasil, coletadas de dezembro de 2014 a novembro de 2017, no município do Capão do Leão.

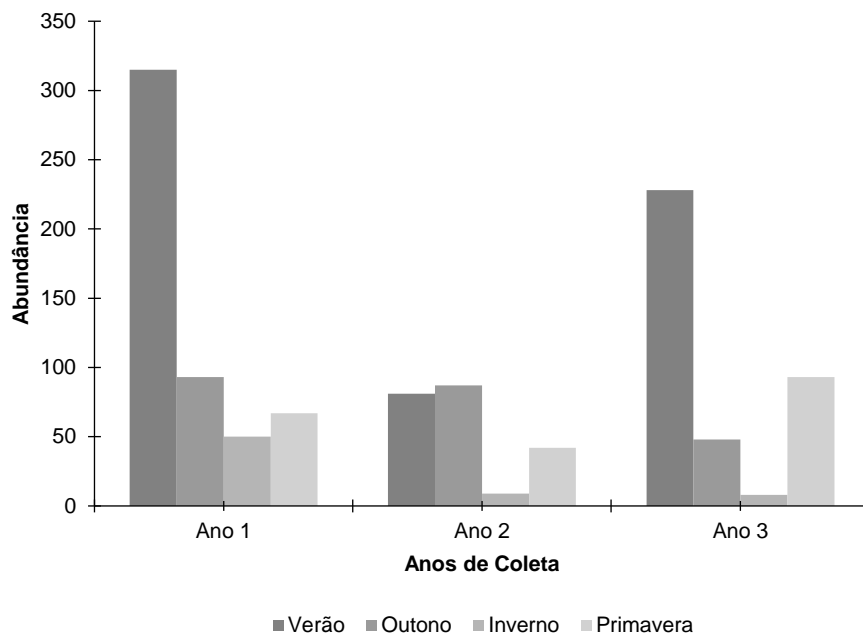


Figura 4 – Abundância por estações do ano nos três anos de coletas de borboletas frugívoras em matas de Restinga no extremo sul do Brasil, coletadas de dezembro de 2014 a novembro de 2017, no município do Capão do Leão, RS.

Do total de indivíduos coletados, 943 (76,85%) pertencem à subfamília Satyrinae, 184 (15%) à Charaxinae, 88 (7,17%) à Biblidinae e 12 (0,97%) à Nymphalinae. Além de ser a subfamília com maior número de indivíduos registrados, Satyrinae se destaca também como a subfamília mais rica ( $S = 15$ ), seguida por Biblidinae ( $S = 8$ ), Charaxinae ( $S = 4$ ) e Nymphalinae ( $S = 2$ ). *Paryphthimoides phronius* ( $N = 463$ ) aparece como uma espécie muito abundante e altamente dominante, com grande número de indivíduos amostrados em todas estações do ano. *Zaretis strigosus* ( $N = 161$ ) aparece como segunda mais abundante, com maior ocorrência registrada no verão e outono. *Opsiphanes invirae* ( $N = 123$ ) vem depois, com alto registro no verão. *Caligo martia* ( $N = 65$ ) por último, com maior ocorrência também no verão.

Observando o perfil de diversidade,  $q = 0$  indica que verão e outono apresentaram maior riqueza quando comparados a primavera e inverno, que são estatisticamente iguais (Figura 5). Na medida em que o peso da abundância é adicionado à análise, tanto em  $q = 1$  quanto em  $q = 2$  conseguimos verificar que o verão se sobressai, tendo uma comunidade com maior equabilidade e conseqüente maior diversidade, seguido por outono e inverno. Surpreendentemente, a primavera possuiu maior dominância e uma baixa diversidade (Figura 5).

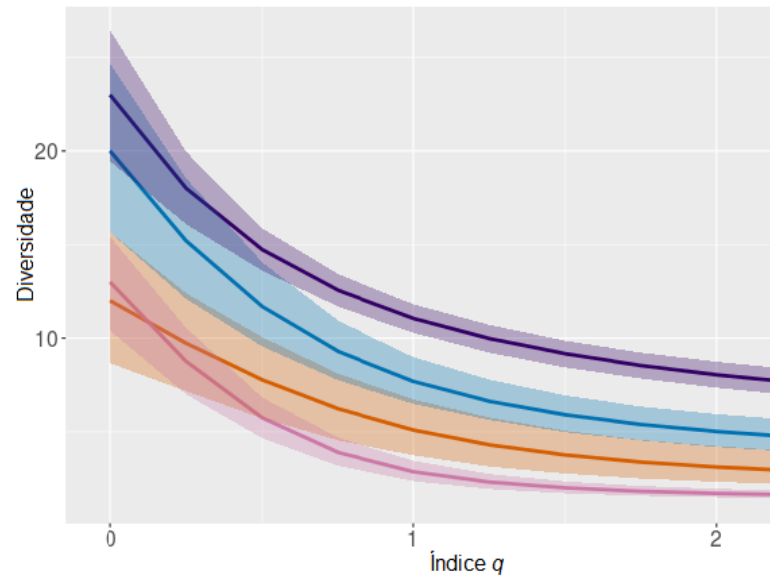


Figura 5 – Perfil de diversidade de borboletas frugívoras por estação do ano em matas de Restinga do extremo sul do Brasil coletadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2017, município do Capão do Leão, RS. As curvas com cores diferentes representam as estações: roxo = verão; azul = outono; laranja = inverno; rosa = primavera.

Os padrões observados no perfil de diversidade podem, possivelmente, ser associados a partir de grupos de espécies com alta abundância nestas diferentes estações do ano (Figura 6), evidenciando clara dominância na primavera (Figura 6D). No verão, outono e inverno, temos as abundâncias das espécies mais bem distribuídas apresentando uma grande porção de espécies com abundância intermediária, sem uma marcada dominância (Figura 6 – A, B e C). Em todas as estações do ano *P. phronius* foi a espécie mais abundante, salientando a ocorrência de Satyrini muito frequente nos três anos de coleta (Figura 6). Satyrinae é uma subfamília muito diversa, perfazendo 15 das 29 espécies registradas nesse estudo.

Os histogramas circulares indicam maior abundância das subfamílias Biblidinae, Charaxinae, Satyrinae e o total da assembleia no mês janeiro (mediana = 15 graus), com apenas Nymphalinae diferindo, apresentando maior abundância em novembro (mediana = 315 graus) (Figura 7). O comprimento do vetor  $r$ , variando de zero a um, indicou que a concentração de dados no mês indicado foi alta para todos os táxons analisados, com menor concentração de dados registrado para Nymphalinae e maior para Charaxinae (Tabela 1). Nenhum grupo foi registrado no mês de junho, o que caracteriza o padrão de sazonalidade do tipo I, onde há picos de abundância ao decorrer dos meses mais favoráveis e o número de indivíduos decaindo a zero em dado período, provavelmente decorrente das condições

desfavoráveis ocorrentes neste mês de inverno. As distribuições de Biblidinae, Charaxinae e Satyrinae indicam que a concentração de abundância na análise circular é desigual. Isso demonstra que o mês de janeiro é significativamente mais abundante para estas subfamílias em relação aos demais meses do ano ( $p < 0,01$ ), o que caracteriza um evento sazonal. Já em Nymphalinae, apesar de grande concentração de dados no mês de novembro, não representa um evento sazonal ( $p = 0,065$ ), indicando que a distribuição de abundância desse grupo é uniforme ao longo dos meses de ocorrência da subfamília.

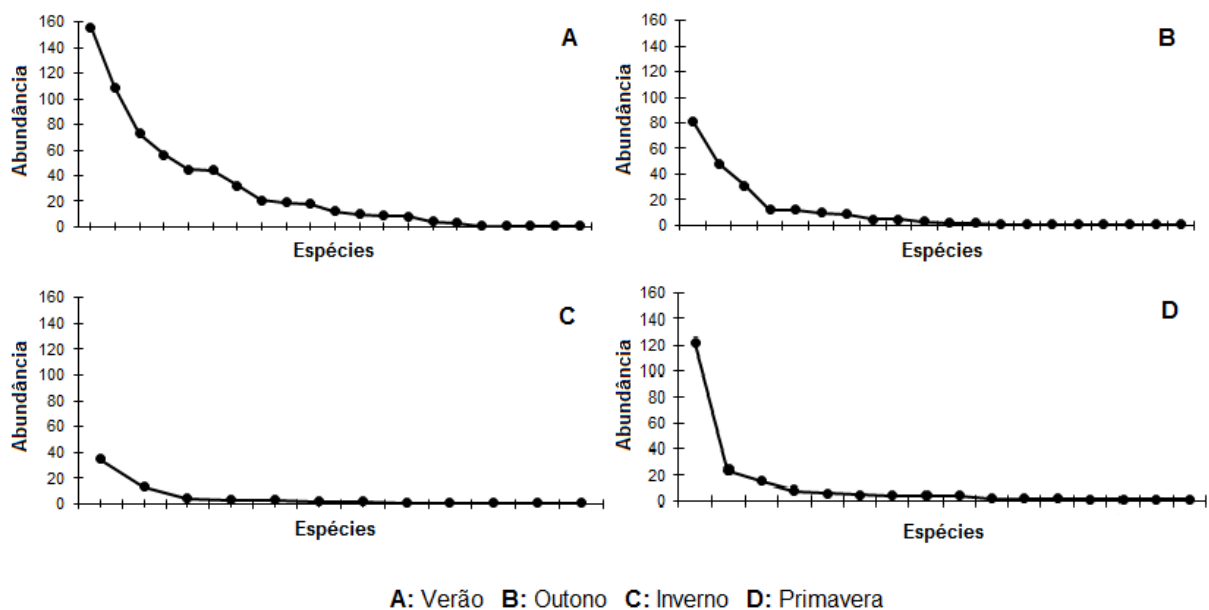


Figura 6 – Curvas de distribuição de abundâncias de espécies por estação do ano de borboletas frugívoras em matas de Restinga do extremo sul do Brasil coletadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2017, município do Capão do Leão, RS.

Tabela 1 – Dados estatísticos obtidos a partir dos histogramas circulares das abundâncias de cada subfamília de Nymphalidae e total da assembleia de borboletas frugívoras em matas de Restinga do extremo sul do Brasil, coletadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2017, no município do Capão do Leão, RS.

	Biblidinae	Charaxinae	Nymphalinae	Satyrinae	Assembleia
Vetor médio ( $\mu$ )	9,371°	18,81°	303,35°	8,672°	9,943°
Comprimento vetor r	0,58	0,61	0,47	0,51	0,53
Mediana	15°	15°	315°	15°	15°



Mês	Janeiro	Janeiro	Novembro	Janeiro	Janeiro
-----	---------	---------	----------	---------	---------

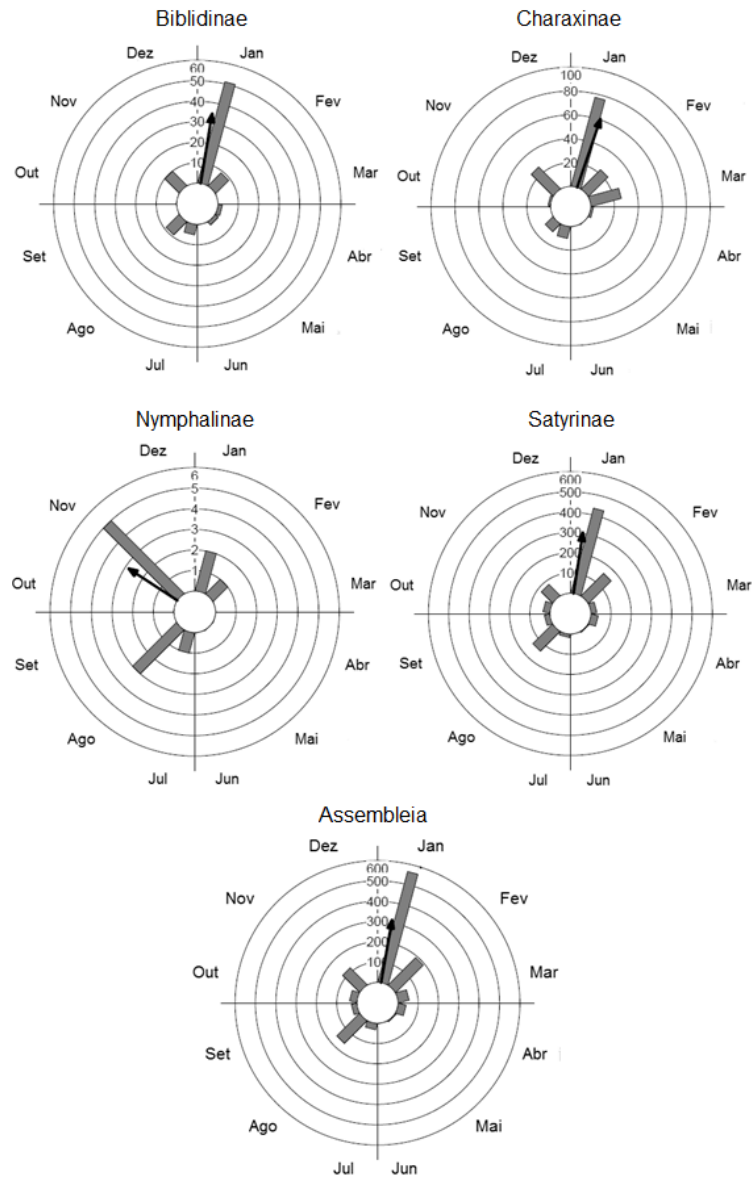


Figura 7 – Histogramas circulares das abundâncias das quatro subfamílias de Nymphalidae e total da assembleia de borboletas frugívoras em matas de Restinga do extremo sul do Brasil coletadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2017, no município do Capão do Leão, RS. A seta representa o vetor médio ( $\mu$ ) e indica o mês de maior concentração de dados. Os meses do ano estão representados a cada 30 graus.

A PCoA indica, de maneira geral, uma segregação na composição de espécies de borboletas frugívoras entre as estações do ano (Figura 8). Testando os agrupamentos formados na PCoA (PERMANOVA  $F = 2,85$ ;  $p = 0,0001$ ), observa-se

diferenças significativas na similaridade, as quais indicam que apenas a primavera e o inverno possuem mesma composição de espécies, sendo as demais estações diferentes entre si (Tabela 2).

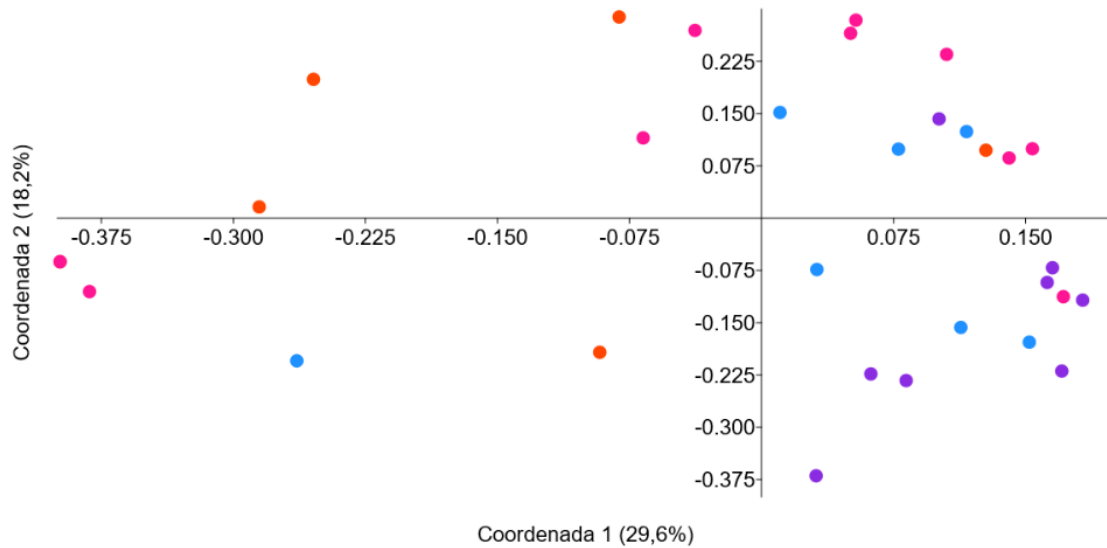


Figura 8 – PCoA da composição de espécies de borboletas frugívoras por estação do ano em matas de Restinga do extremo sul do Brasil coletadas entre dezembro de 2014 e novembro de 2017, município do Capão do Leão, RS. As cores diferentes representam as estações do ano: roxo = verão; azul = outono; laranja = inverno; rosa = primavera. Cada círculo representa uma unidade amostral, as quais foram representadas pelos meses das diferentes estações do ano nos quais foram registrados indivíduos. Os dois eixos apresentados no gráfico são os que explicam a maior porcentagem dos dados (coordenada 1 = 29,6% e coordenada 2 = 18,2%).

Tabela 2. Resultados de significância ( $F = 2, 85; p \leq 0,05$ ) par-a-par para as assembleias de borboletas frugívoras entre as estações do ano pelo teste de PERMANOVA. Asteriscos marcam os valores significativos.

	Outono	Primavera	Verão
Inverno	0,05*	0,15	0,0005*
Outono		0,04*	0,008*
Primavera			0,002*

## 4 Discussão

Estudos realizados com borboletas em diferentes latitudes são de suma importância para se conseguir entender a influência da sazonalidade sobre os padrões de distribuição temporal e de diversidade desses organismos. O presente trabalho demonstrou resultados inesperados e novos, como o padrão de baixa diversidade encontrada na primavera, bem como uma composição de espécies mais similar entre esta estação e o inverno, sendo diferente das demais estações. Portanto, sugerimos uma sazonalidade pronunciada na assembleia de borboletas frugívoras em região subtropical com um único pico de adultos no verão.

Em regiões tropicais e subtropicais, devido a sua grande diversidade de espécies, se torna difícil atingir à assíntota na curva de acúmulo de espécies. Todavia, os percentuais de cobertura amostral indicam uma boa representatividade das assembleias de borboletas frugívoras para todas as estações do ano. Com exceção do inverno, onde obteve-se 92,6% de cobertura amostral, todas as outras estações ficaram acima dos 95%. Provavelmente a cobertura amostral do inverno foi influenciada por ser uma estação caracterizada pela baixa ocorrência de indivíduos quando comparada com as outras estações, com o número total de indivíduos ficando bastante abaixo das demais.

Pozo et al. (2008), em uma Floresta Tropical no México, registraram maior riqueza e abundância de junho a dezembro (verão e outono na América do Norte), com decréscimo em ambos parâmetros nas estações mais frias (inverno e primavera). O presente trabalho corrobora, em parte, com os resultados obtidos por Pozo et al. (2008), diferindo apenas que na região subtropical encontramos a primavera com maior abundância que o outono. Ribeiro et al. (2010) e Carreira (2015), em estudos realizados em diferentes regiões da Mata Atlântica tropical em São Paulo, encontraram, assim como neste trabalho, um aumento na riqueza e abundância em temperaturas mais elevadas, com conseqüentemente maior atividade de borboletas adultas nesse período. Os períodos com menor registro de indivíduos foram os meses de dezembro-janeiro e junho-julho, o que está diretamente relacionado ao regime climático de estação seca e chuvosa na Mata Atlântica da região sudeste. Na região

subtropical existem quatro estações marcadas (ISERHARD et al. 2017), sendo que janeiro e fevereiro foram os meses com maior riqueza e abundância de borboletas, coincidindo com o verão quente e úmido nesta região e junho e julho os meses com menor abundância, devido a baixas temperaturas e menor umidade.

O uso de perfis de diversidade com a estatística  $q$  nos permite visualizar como a diversidade é representada na estruturação das assembleias, sendo fácil obter informações sobre a dominância e equabilidade ao longo do tempo. A maior diversidade no verão e outono, refletem provavelmente um padrão de menor dominância, indicando estas estações proporcionarem uma distribuição mais equilibrada entre as espécies de borboletas. Isto pode ocorrer pelas condições ambientais favoráveis e consequente disponibilidade de recursos para os adultos, o que pode diminuir a competição. Em regiões subtropicais, a maioria dos insetos apresenta um sincronismo entre a atividade de adultos e juvenis com seus respectivos recursos, aliados às condições ambientais ideais (HAMER et al., 2006; RIBEIRO et al. 2010) em um período ótimo do ano. Os padrões de diversidade de cada estação do ano das assembleias de borboletas frugívoras no extremo sul do Brasil foram moldados principalmente pela abundância, sendo importante introduzir o peso desta nas análises.

O verão no extremo sul do Brasil é uma estação bastante quente e úmida, refletindo em maior disponibilidade de recursos e possibilitando combinação ideal para o desenvolvimento das espécies de borboletas frugívoras. Indo contra a nossa hipótese, a primavera foi a estação com menor diversidade, sendo que tanto o outono quanto o inverno possuíram maior diversidade, podendo estar relacionado a alguns fatores: (i) o início do outono em regiões subtropicais ainda possui temperaturas elevadas, proporcionando maior atividade de adultos de borboletas em um último esforço de reprodução antes do inverno; (ii) o início da primavera sucede invernos com baixas temperaturas, o que pode diminuir a disponibilidade de recursos, os quais somente aumentam no início do verão, diminuindo sobremaneira a diversidade de borboletas adultas na primavera. O enfolhamento que acontece nessa estação permite a ação de imaturos que se desenvolvem adultos apenas no verão, sendo a diversidade da primavera muito conectada às espécies ocorrentes no inverno. Os imaturos desenvolvidos na primavera pelo rebrotamento das plantas hospedeiras colaboram para a alta diversidade registrada no verão. Além do sincronismo, dominância também foi responsável pela baixa diversidade da primavera. Mesmo que

caracterizada como a espécie dominante da assembleia como um todo, a dominância de *P. phronius* foi mais expressiva nessa estação, com uma diferença brusca entre seu número de indivíduos e as demais espécies.

Com o uso da análise circular, Ribeiro et. al (2010) e Carreira (2015) encontraram distribuição de borboletas frugívoras não uniforme ao decorrer do ano na Mata Atlântica tropical. Os picos de abundância de cada uma das subfamílias frugívoras foi registrado entre os meses de agosto e março, época da estação seca. No presente estudo, com exceção de Nymphalinae, demais subfamílias também apresentaram distribuição não uniforme, cada uma exibindo períodos ótimos entre janeiro e fevereiro, refletindo em um pico sazonal no verão. Tais padrões são específicos para a região subtropical, sendo estes moldados muito pela elevada temperatura e umidade nos meses de janeiro e fevereiro, quando comparados a regiões com menores latitudes, submetidas a diferenças marcantes de precipitação. A sazonalidade altamente pronunciada no extremo sul do Brasil define fortemente a distribuição e ocorrência de adultos de borboletas ao longo do ano no verão e início de outono.

Kishimoto & Yamada (2015) detectaram que em regiões tropicais, comunidades de Lepidoptera não apresentaram distribuição sazonal, apresentando composição de espécies constante durante o ano. Carreira (2015) encontrou composição de espécies de borboletas frugívoras distinta nas estações úmida (dezembro-maio) e seca (junho-novembro), observando maior substituição e estruturação temporal de espécies no subosque. Iserhard et al. (2017), encontraram composição de espécies distinta para as diferentes estações do ano em região de Mata Atlântica subtropical. O fato de o presente trabalho ter sido realizado no extremo sul do Brasil faz com que as variações nas condições climáticas sejam ainda mais severas. Inverno e primavera terem tido composição de espécies iguais refletem a tolerância dos mesmos grupos de espécies adaptados a estas estações. Sugere-se que a diapausa de determinados grupos de espécies não seja interrompida a tempo dos imaturos se tornarem adultos para mudar a composição de espécies na primavera, que vai ocorrer somente no verão. Neste caso, há um forte indicativo de que a distribuição temporal determina fortemente a beta diversidade de borboletas frugívoras, com grupos de espécies peculiares a cada estação. A coocorrência destes grupos é determinada pelos requisitos ambientais disponíveis de acordo com a severidade climática, constituindo-se em um filtro às adaptações das espécies em regiões subtropicais.

## **5 Conclusão**

A sazonalidade altamente pronunciada na região subtropical faz com que as borboletas frugívoras tenham distribuições temporais diferentes entre as estações do ano, provavelmente associada a diferenças nas condições ambientais que determinam a disponibilidade de recursos para indivíduos adultos e juvenis. A primavera ter tido menor diversidade de espécies é um registro de um novo padrão para a região subtropical. Provavelmente está ligado com a posição mais austral da área de estudo quando comparada às demais localidades onde se há registro de trabalhos sobre a influência da sazonalidade em comunidades de borboletas e insetos num geral, o que torna as condições climáticas mais severas e seus efeitos também.

Estudos futuros buscando ampliar o entendimento sobre o ciclo de vida das espécies ocorrentes nas diferentes estações do ano, principalmente o conhecimento da biologia dos imaturos e reconhecimento de suas plantas hospedeiras, se fazem essenciais para conseguirmos compreender melhor os padrões de diversidade encontrados.

## Referências

- ARAUJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.
- BEGON, M., J. L. HARPER & C. R. TOWNSEND. 2006. **Ecology, Individuals, Populations and Communities**. Estados Unidos, Blackwell Scientific Publications. 945 p.
- BEGON, M. TOWNSEND, C.R., HARPER. 2007. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre, Artmed. 758 p.
- BELLAVER, J. et al. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from Swamp forests and Restinga forests at the southern Brazilian Coastal Plain. **Biota Neotropica**, v.12, p. 181-190, 2012.
- BRABY, M. F. Seasonal changes in the relative abundance and spatial distribution of Australian lowland tropical satyrinae butterflies. **Australian Journal of Zoology**, v. 43, p. 209-22, 1995.
- CARREIRA, J. Y. O., **Dinâmica temporal e sazonalidade de borboletas frugívoras na Mata Atlântica**, 2015, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Estadual de Campinas.
- CHAO, A., MA, K. H., & HSIEH, T. C. **iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online**. 2016.
- DEVRIES, P. J. The Butterflies of Costa Rica and their Natural History. In: **Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae**. Princeton: Princeton University Press, n. 17, p. 327, 1987.
- FALKENBERG, D.B. Aspectos da flora e da vegetação secundária da restinga de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Insula**, v. 28, p. 1-30, 1999.
- FREITAS, A. V. L.; FRANCINI, R. B.; BROWN, K. S. Insetos como indicadores ambientais. In: CULLEN JR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PÁDUA, C. (Orgs). **Métodos de estudo em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba- Fundação Boticário: Editora da UFPR. p.125-151, 2003.
- FREITAS, A. V. L. et al. Studies with butterfly bait traps: an overview. **Revista Colombiana de Entomología**, v.40, n.2, p.209-218, 2014.
- HILL, J. K. et al. Interactive effects of rainfall and selective logging on a tropical forest butterfly in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, p. 1-8, 2003.
- ISERHARD, C. A. et al. 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 Neotropica**, v. 10, n. 1, p. 309-320, 2010.

ISERHARD, C.A; ROMANOWSKI, H. P.; RICHTER, A.; MENDONÇA JR., M. S. Monitoring temporal variation to assess changes in the structure of Subtropical Atlantic Forest butterfly communities. **Environmental Entomology**, v. 46, n. 2, p. 804-813, 2017.

KISHIMOTO-YAMADA, K. & ITIOKA, T. How much have we learned about seasonality in tropical insect abundance since Wolda (1988)? **Entomological Science**, v.18, p. 407–419, 2015.

KOVACH, W. L. **ORIANA for windows, version 4.02**. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, UK, 2013.

MARCHIORI, M. O.; ROMANOWSKI, H. P. Species composition and diel variation of a butterfly taxocenose (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) in a resting forest at Itapuã State Park, southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 2, p. 443-454, 2006.

MARCHIORI, M. O.; MENDONÇA JR, M. S.; ROMANOWSKI, H. P. Mariposas en dos ambientes forestales contrastantes en el sur de Brasil (Lepidoptera: Papilionoidea). **SHILAP Revista Lepidopterologia**, v. 41, n. 162, p. 1-15, 2014.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. 1.ed. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, p. 41, 1961.

HAMMER, Ø. **PAleontological STatistics, version 3.21**. Natural History Museum, University of Oslo. Outubro, 2018.

POZO, C. et al. Seasonality and phenology of the butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) of Mexico's Calakmul region. **Florida Entomologist**, v. 91, p. 407-422, 2008.

QUADROS, F.C.; DORNELES, A. L.; CORSEUIL, E. Ninfalídeos (Lepidoptera, Nymphalidae) ocorrentes no norte da planície costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. **Bioc 12**: p. 147-164, 2004.

RIBEIRO, D. B.; PRADO, P. I.; BROWN JR., K. S.; FREITAS, A. V. L. Temporal diversity patterns and phenology in fruit-feeding butterflies in the Atlantic forest. **Biotropica**: v. 42, n. 6, p. 710 – 716, 2010.

SANTOS, J. P. et al. Monitoring fruit-feeding butterfly assemblages in two vertical strata in seasonal Atlantic Forest: temporal species turnover is lower in the canopy. **Journal of Tropical Ecology**, v. 33, p. 345-355, 2017.

SILVA, J. M. et al. Borboletas frugívoras (Lepidoptera:Nymphalidae) no Horto Botânico Irmão Teodoro Luis, Capão do Leão, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 87-95, 2013.



STRECK, E.V et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS-UFRGS, p. 126, 2002.

TEIXEIRA, M. B. et al. Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos - Estudo fitogeográfico. In: **Levantamento de Recursos Naturais**. Rio de Janeiro: IBGE. p. 541-620, 1986.

WOLDA, H. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **J. Anim. Ecol.** v. 47, p. 369-381, 1978.

WOLDA, H. Insects seasonality: Why? **Annual Rev. Ecol. Syst.** v. 19, p. 1-18, 1988.

## Apêndices

### Apêndice A

Lista de espécies de borboletas frugívoras por estação do ano em matas de Restinga do extremo sul do Brasil coletadas de dezembro de 2014 a novembro de 2017, no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul. Ver= verão; Out= outono; Inv= inverno; Pri= primavera.

Subfamília / Tribo / Espécie	Ver	Out	Inv	Pri	Total
<b>Biblidinae</b>					
<b>Biblidini</b>					
<i>Biblis hyperia</i> (Cramer, [1779])	10	2	0	1	13
<i>Hamadryas epinome</i> (Felder & Felder, 1867)	0	0	2	1	3
<b>Callicorini</b>					
<i>Catagramma pygas</i> (Godart, [1824])	3	1	0	0	4
<i>Diaethria candrena</i> (Godart, [1824])	0	1	0	0	1
<b>Catonephelini</b>					
<i>Catonephele sabrina</i> (Hewitson, 1852)	1	1	0	0	2
<i>Eunica eburnea</i> Fruhstorfer, 1907	47	1	3	8	59
<b>Epiphilini</b>					
<i>Epiphile hubneri</i> Hewitson, 1861	1	1	3	0	5
<i>Temenis laothoe</i> (Cramer, 1777)	0	0	1	0	1
<b>Charaxinae</b>					
<b>Anaeini</b>					
<i>Memphis moruus</i> (Fabricius, 1775)	11	5	1	0	17
<i>Zaretis strigosus</i> (Gmelin, [1790])	97	48	13	3	161
<b>Preponini</b>					
<i>Archaeoprepona amphimachus</i> (Fabricius, 1775)	1	0	0	3	4
<i>Archaeoprepona demophoon</i> (Hübner, [1814])	0	1	1	0	2
<b>Nymphalinae</b>					
<b>Coeini</b>					
<i>Historis odius</i> (Fabricius, 1775)	1	0	0	0	1
<i>Smyrna blomfieldia</i> (Fabricius, 1781)	3	1	4	3	11
<b>Satyrinae</b>					
<b>Brassolini</b>					
<i>Caligo martia</i> (Godart, [1824])	56	9	0	0	65
<i>Catoblepia amphirhoe</i> (Hübner, [1825])	21	1	0	0	22
<i>Dynastor darius</i> (Fabricius, 1775)	3	0	0	0	3
<i>Eryphanis reevesii</i> (E. Doubleday, [1849])	22	31	2	4	59
<i>Opsiphanes invirae</i> (Hübner, [1808])	111	12	0	0	123
<i>Opsiphanes quiteria</i> (Stoll, 1780)	5	0	0	0	5
<b>Morphini</b>					
<i>Morpho epistrophus catenaria</i> Perry, 1811	45	0	0	0	45

<b>Satyrini</b>					
<i>Capronniera galesus</i> (Godart, [1824])	12	12	0	18	<b>42</b>
<i>Hermeuptychia</i> sp.	20	3	1	5	<b>29</b>
<i>Paryphthimoides phronius</i> (Godart, [1824])	164	81	35	183	<b>463</b>
<i>Paryphthimoides poltys</i> (Prittwitz, 1865)	34	10	1	10	<b>55</b>
<i>Paryphthimoides</i> sp.	22	5	0	1	<b>28</b>
<i>Praepedaliodes phanias</i> (Hewitson, 1862)	0	0	0	1	<b>1</b>
<i>Taygetis ypthima</i> Hübner, 1821	0	2	0	0	<b>2</b>
<i>Ypthimoides</i> sp.	1	0	0	0	<b>1</b>