



Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Biociências  
Programa de Pós-graduação em Biologia Animal  
Curso de Especialização em  
Diversidade e Conservação de Fauna

**Biologia Populacional de papilionídeos  
(Lepidoptera, Papilionidae) ocorrentes no  
Morro Santana e no Jardim Botânico de  
Porto Alegre, RS.**

**Vanessa Willems Scalco**

Porto Alegre  
2012

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Instituto de Biociências  
Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal

**Biologia Populacional de papilionídeos  
(Lepidoptera, Papilionidae) ocorrentes no Morro  
Santana e no Jardim Botânico de Porto Alegre,  
RS.**

**Aluna: Vanessa Willems Scalco**

Orientador: Nicolás Oliveira Mega

Trabalho apresentado no Departamento de Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a obtenção de Certificado de Conclusão de Curso Pós-graduação *Lato Sensu*, na área de Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna.

Porto Alegre

2012

**Vanessa Willems Scalco**

**Biologia Populacional de papilionídeos  
(Lepidoptera, Papilionidae) ocorrentes no Morro  
Santana e no Jardim Botânico de Porto Alegre,  
RS.**

Trabalho apresentado no Departamento de  
Zoologia da UFRGS como pré-requisito para a  
obtenção de Certificado de Conclusão de  
Curso Pós-graduação Lato Sensu, na área de  
Diversidade e Conservação da Fauna.

Orientador: Dr. Nicolás Oliveira Mega

Porto Alegre, \_\_\_de \_\_\_\_\_de 2012.

**Banca Examinadora**

---

---

---

---

Sumário.....	iv
Agradecimentos.....	v
Lista de figuras .....	vi
Lista de tabelas .....	viii
Resumo .....	ix
Apresentação .....	xi
1. Introdução .....	12
1.1 Definições de população .....	12
1.2 Estudos de biologia populacional .....	12
1.3 Estudos populacionais com borboletas .....	14
1.4 Métodos de marcação, recaptura e estimadores populacionais .....	15
1.5 As Borboletas no ambiente urbano .....	17
1.6 A família Papilionidae .....	18
1.7 Os papilionídeos do RS .....	20
1.8 O Município de Porto Alegre .....	20
2. Justificativa .....	22
3. Objetivos .....	22
3.1 Objetivo Geral .....	22
3.2 Objetivos Específicos .....	23
4. Material e métodos .....	23
4.1 Área de estudo .....	23
4.2 Amostragens .....	26
4.3 Estimativas de parâmetros populacionais .....	27
4.4 Estruturação etária, proporção sexual, atividade de voo e tamanho corporal.....	28
4.5 Dados climáticos .....	29
4.6 Análises estatísticas .....	29
5. Resultados .....	30
6. Discussão .....	48
7. Considerações finais .....	59
8. Referências bibliográficas .....	61
9. Apêndices .....	68
10. Anexos .....	72

## **Agradecimentos**

Este trabalho não poderia existir sem a ajuda de pessoas especiais que de alguma forma contribuíram ao longo desta minha primeira caminhada no mundo das borboletas, deixo aqui meu muitíssimo obrigada.

Primeiramente gostaria de agradecer ao meu orientador Dr Nicolás O. Mega, quem teve a maior paciência e dedicação em me passar um pouco de seu valioso conhecimento no estudo das borboletas, me treinar em campo sempre com disposição e bom humor, e ainda contribuir muito na reta final deste trabalho.

Agradeço em especial à professora Dra Helena Romanowski por abrir as portas do seu laboratório e permitir que eu entrasse no fascinante mundo das borboletas, o que eu sempre quis.

Aos colegas do Laboratório de Ecologia de Insetos por me acolherem, em especial a Lidiane L. Fucilini, Melissa Oliveira e Maria Ostília Marchiori pelas palavras de incentivo e amizade criada. A Guilherme Atêncio e Andressa Caporalle pela valiosa ajuda em campo nos dias mais quentes do verão de 2012.

Ao meu pai Beto por sempre me apoiar nas minhas decisões, me incentivar com palavras certas nos momentos exatos e me proporcionar auxílio em tudo que precisei até hoje.

Aos professores do curso de Diversidade e Conservação de Fauna em especial a professora Laura Verrastro que com sua determinação fez com que este curso tivesse a última edição, o qual eu tive a sorte de poder cursar. Aos colegas de aula, em especial Fabiana Müller, Halina Kondak, Veridiana Betat e Karen dos Santos pelo companheirismo nas aulas de sexta à noite e sábados pela manhã. Valeu gurias!

A equipe de segurança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pelo auxílio nas saídas a campo no Morro Santana;

A administração do Jardim Botânico, em especial á Andreia Carneiro, por permitir que este trabalho fosse contemplado naquela área;

E por último, mas sempre em primeiro lugar na minha vida, ao meu amor, Thiago Monteiro, o maior incentivador para que eu continuasse a seguir o caminho escolhido, por sempre acreditar em mim, me compreender, aceitar minhas ausências e também me apoiar sempre em todos os momentos mais importantes da minha vida, muito obrigada!

Por fim, agradeço as borboletas por serem estes organismos tão interessantes, delicados e fascinantes neste mundo tão diverso.

## Relação de Figuras

<b>Figura 1.</b> Climatograma histórico (1950-2011) para o município de Porto Alegre .....	21
<b>Figura 2.</b> Localização e aspectos gerais da área de estudo no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS .....	25
<b>Figura 3.</b> Localização e aspectos gerais da área de estudo no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	26
<b>Figura 4.</b> Detalhe do procedimento de mensuração do tamanho das asas das borboletas capturadas em campo .....	29
<b>Figura 5.</b> Eficiência de captura de borboletas da família Papilionidae no Jardim Botânico Porto Alegre, RS .....	31
<b>Figura 6.</b> Horário de captura dos indivíduos de todas as espécies de Papilionidae registradas no Jardim Botânico de Porto Alegre .....	32
<b>Figura 7.</b> Estimativas dos tamanhos populacionais de <i>Battus polydamas</i> no Jardim Botânico de Porto Alegre .....	33
<b>Figura 8.</b> Estrutura etária das populações <i>B. polydamas</i> no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS .....	34
<b>Figura 9.</b> Proporção sexual relativa das populações de <i>Battus polydamas</i> no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS .....	35
<b>Figura 10.</b> Atividade de voo dos indivíduos de <i>Battus polydamas</i> capturados ao longo dos horários de amostragem realizados no Jardim Botânico .....	36
<b>Figura 11.</b> Tamanho médio das populações de <i>Battus polydamas</i> no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS .....	37
<b>Figura 12.</b> Relação entre o registro de indivíduos da família Papilionidae e variáveis no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS .....	38
<b>Figura 13.</b> Eficiência de captura de borboletas da família Papilionidae no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	40
<b>Figura 14.</b> Horário de captura dos indivíduos de todas as espécies de Papilionidae no Morro Santana, Porto Alegre, RS.....	41
<b>Figura 15.</b> Estimativas dos tamanhos populacionais de <i>Battus polystictus</i> no Jardim Botânico de Porto Alegre.....	42

<b>Figura 16.</b> Estrutura etária das populações <i>Battus polystictus</i> no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	43
<b>Figura 17.</b> Proporção sexual relativa das populações de <i>Battus polystictus</i> no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	44
<b>Figura 18.</b> Atividade de voo dos indivíduos de <i>Battus polystictus</i> no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	45
<b>Figura 19.</b> Tamanho médio das populações de <i>Battus polystictus</i> no Morro Santana, Porto Alegre, RS .....	46
<b>Figura 20.</b> Relação entre o registro de indivíduos de família Papilionidae e variáveis no Morro Santana de Porto Alegre, RS.....	47

## Relação de Tabelas

<b>Tabela 1.</b> Abundância das espécies de Papilionidae capturadas no Jardim Botânico .....	30
<b>Tabela 2</b> - Abundância das espécies de Papilionidae capturadas no Morro Santana .....	39



## Resumo

### **Biologia Populacional de papilionídeos (Lepidoptera, Papilionidae) ocorrentes no Morro Santana e no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS.**

O monitoramento de populações naturais é um importante método para entender os fenômenos ecológicos ligados às interações entre as espécies e o ambiente, podendo servir como uma ferramenta para ações conservacionistas. Visando contribuir ao entendimento da dinâmica populacional de diferentes borboletas da família Papilionidae, este estudo levantou informações referentes às populações em duas diferentes áreas do município de Porto Alegre, RS, Brasil. O Jardim Botânico (JB) entre as coordenadas 30°03'W, 51°10'S, é um ambiente jardinado que representa diferentes formações vegetais ocorrentes no estado do RS; e o Morro Santana (MS) entre as coordenadas 30°07'S, 51°07'W, é um morro de origem granítica coberto por remanescentes de Mata Atlântica. A técnica de Captura-Marcação-Recaptura foi utilizada em ambas as áreas entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012. Foram realizadas três saídas a campo mensais por área de estudo (24 horas/mês). As borboletas foram capturadas com rede entomológica, marcadas, e as seguintes informações foram registradas: sexo, tamanho das asas e idade baseado no desgaste das asas. Os parâmetros populacionais foram estimados através do método de Lincoln-Petersen com modificação de Bailey's. Foram registradas 12 espécies ao total (JB=10; MS=11). No JB, a maior riqueza foi registrada em Dezembro (S=6), enquanto que no MS foi em Outubro (S=10). No JB foi encontrado uma espécie exclusiva (*Euryades corethrus*) e no MS foram encontrados duas espécies exclusivas (*Pterourus scamander*, *Mimoides lysithous*). Com exceção de *E. corethrus* no JB, as espécies especialistas foram mais abundantes no MS. A espécie mais abundante no MS foi *Battus polystictus polystictus* (50%) com o número de capturas por dia variando entre 0 a 29 borboletas, enquanto que no JB, *Battus polydamas polydamas* foi a mais abundante (54%) entre 4 a 23 borboletas capturadas. No geral, o número estimado de capturas por dia diferiu entre as duas populações, mas ambas populações não se encontraram estáveis ao longo dos meses. *Battus polydamas polydamas* mostrou a tendência de crescimento no final do verão, enquanto *B. polystictus polystictus* mostrou isso

durante a primavera. Em relação ao tempo de residência, isto variou entre 1-51 para *B. polydamas polydamas* (média=5.11 dias) e 1-34 dias para *B. polystictus polystictus* (média=1.38 dias). Quanto à estrutura etária, a população de *B. polydamas polydamas* mostrou uma alta proporção de indivíduos intermediários no início do verão. O mesmo ocorreu com *B. polystictus polystictus* no final da primavera. *Battus polystictus polystictus* parece colonizar primeiro no MS enquanto que *B. polydamas polydamas* faz isto mais tarde no JB. A proporção sexual foi baseado em machos para ambas as espécies (*B. polydamas polydamas* 2.5M : 1F; *B. polystictus polystictus* 3.3M : 1F). O tamanho das asas das fêmeas de *B. polydamas polydamas* foi maior do que os machos (F: 49.34mm, dp=0.82, n=49; M: 46.28 mm, dp=0.24, n=32) bem como em *B. polystictus polystictus* (F: 49.87 mm, dp=8.80,n=32; M: 46.9 mm, dp=0.26, n=113). Os resultados sugerem uma associação entre a composição da guilda de borboletas, estrutura das populações de Papilionidae e a fisionomia dos locais estudados. No JB, as condições parecem favorecer as espécies com alta plasticidade ecológica (Ex: *B. polydamas polydamas*, *Heraclides astyalus*). Já no MS, as condições do ambiente florestal parecem favorecer as espécies com baixa plasticidade ecológica (Ex: *B. polystictus polystictus*, *Parides agavus*). A dinâmica das populações para ambas as espécies parecem ser diferentes em cada área de estudo, sugerindo que os fatores ecológicos influenciam diretamente na demografia de cada espécie.

**Palavras-chave:** Captura-Marcação-Recaptura, estrutura populacional, fenologia, planta-hospedeira.

## **Apresentação**

A apresentação desta monografia foi repartida conforme as normas técnicas habituais acadêmicas em que se segue: Introdução, material e métodos, resultados, conclusões, considerações finais e referências bibliográficas. Além disso, seguem apêndices e anexos com detalhes que poderão auxiliar o leitor ao final deste trabalho. As normas referentes ao texto desta monografia seguem as regras propostas no Manual de elaboração de Monografia do Curso de Especialização em Diversidade e Conservação de Fauna. A maneira como os autores são citados no texto bem como a lista de referências bibliográficas seguem as normas da Revista Brasileira de Entomologia a qual se encontra anexada suas normas de submissão ao final deste trabalho.

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Definições de população**

O termo população no sentido biológico é entendido de diversas formas por diferentes autores. Para Ricklefs (2009) uma população é considerada um conjunto de indivíduos de uma espécie em uma determinada área, na qual os indivíduos vivem em manchas de habitats adequados, sendo que o número total deles podem variar de acordo com a disponibilidade de alimento, a taxa de predação e outros processos ecológicos. Para Blower (1981) é qualquer grupo de indivíduos de uma determinada espécie, ou qualquer grupo reunido pelo sexo, ou estrutura etária, ou grupo fisiológico e genético, ou de alguma categoria comportamental. Uma população habita certo lugar durante um tempo determinado, esse lugar pode ser identificado como uma área, um volume, uma unidade espacial dentro de uma área geográfica ou um habitat. De acordo com Begon *et al.* (2007) usa-se o termo populações para indicar um grupo de indivíduos de uma mesma espécie que está sendo pesquisada, podendo variar entre espécies e entre estudos. Em certas espécies determinar uma população é fácil, já em outros casos, principalmente quando a variação espacial e temporal é significativa, os limites de uma população são determinados pelo pesquisador.

Neste trabalho será utilizada a definição de Solomon (1980), onde uma população é considerada um determinado número de organismos de uma mesma espécie que forma um grupo, que se inter cruzam entre si trocando material genético, mas que está separada de outras populações por uma espécie de barreira.

### **1.2. Estudos de biologia populacional**

A dinâmica populacional vem sendo um ponto central nos estudos em ecologia e é um dos pontos de origem da Ecologia moderna (Cappucino & Prince 1995). O estudo da dinâmica de uma população está relacionado a processos responsáveis pelo desenvolvimento das populações, tais como natalidade, mortalidade, imigração e emigração. Estes devem ser estimados no sentido de gerar hipóteses acerca dos mecanismos que controlam a população em estudo (Ricklefs 2009).

Diversos métodos estão disponíveis para a estimativa do tamanho de uma

população (ver Francini 2010). Entretanto, todos possuem suas peculiaridades e a escolha de um determinado método deve ser feita de acordo com a população em estudo (Solomon 1980). As informações a serem obtidas das populações podem ser bastante variadas, porém o objeto de estudo e a pergunta principal da pesquisa é que determinarão os métodos mais adequados a serem utilizados (Southwood 1978). Apesar da padronização do método depender do objeto de estudo, geralmente são empregadas técnicas de captura-marcação-recaptura em estudos populacionais.

Para se entender como a dinâmica de diferentes populações funciona, bem como para determinar as suas estruturações, os estudos tradicionais visam compreender as variações sazonais sob a densidade dos organismos, as taxas de sobrevivência, a maneira de como estão distribuídos espacialmente e também como eles se movimentam. Sendo assim, estudos de dinâmicas populacionais se prestam a responder questões referentes às variações de quantidade de indivíduos de uma população e os fatores que as influenciam. A questão central deve estar relacionada ao número de indivíduos, ou à densidade populacional de uma determinada espécie em uma dada unidade de área (Solomon 1980).

Esses fatores podem ser bióticos ou abióticos, além de serem dependentes ou independentes da densidade populacional. A importância de cada um destes fatores é discutida por diversos autores, sendo que não há consenso sobre as importâncias relativas de cada um deles (ver discussão em Vasconcellos-Neto 1980). No caso de organismos ectotérmicos, como insetos e outros artrópodos, geralmente variações populacionais periódicas pode ser explicadas por fatores climáticos agindo direta ou indiretamente nas populações (Caldas 1995).

Levando em conta diversidade dos grupos, sua história evolutiva, e existência de distintos hábitos e preferências ecológicas, algumas características básicas da biologia das espécies a serem estudadas são importantes de serem entendidas no contexto de um estudo populacional. Devido às populações serem heterogêneas ou constituídas por classes de indivíduos, como, por exemplo, machos e fêmeas, suas densidades populacionais podem não ser as mesmas em função das diferentes ecologias comportamentais. Outra diferença importante entre os indivíduos de uma população é aquela referente às diferentes faixas etárias encontradas em mesmo

momento no tempo.

Em geral, os dados sobre a estrutura e a dinâmica de populações gerados através de observações em campo de longas durações, principalmente àqueles relacionados aos fatores que influenciam o aumento e diminuição dos tamanhos populacionais, são úteis para o entendimento dos ciclos anuais das populações. Estes ciclos naturais permitem que os ecossistemas possam ser melhor entendidos, o que pode constituir uma importante ferramenta nas tentativas de redução de perdas da biodiversidade (Vasconcellos-Neto 1980).

### **1.3. Estudos populacionais com borboletas**

Estudos populacionais com borboletas vêm sendo considerados importantes ferramentas para o entendimento de algumas questões ecológicas ligadas à ocorrência e distribuição de espécies, já que podem gerar informações relevantes à cerca da biologia das espécies em um rápido período de tempo (Freitas & Ramos 2000). As borboletas são muito utilizadas em estudos de ecologia de populações, pois são fáceis de capturar, marcar e recapturar. Dada a excelência desses organismos como objetos experimentais podem ser facilmente estimados taxas de dispersão e migração, análise de padrões polimórficos e polifênicos, além de estudos sobre adaptações. Apesar das facilidades experimentais, estudos populacionais de longo prazo, com tempo de monitoramento superior a dois anos, ainda são escassos com borboletas neotropicais (Tyler *et al.* 1994).

Poucos trabalhos sobre biologia populacional de Papilionidae do Brasil vêm sendo desenvolvidos, seja em ambientes urbanos ou naturais. A maioria dos trabalhos foi realizada com espécies da família Nymphalidae em zonas naturais, principalmente com espécies das tribos Ithomiinae e Heliconiinae (Freitas 1993; Freitas 1996; Francini *et al.* 2005; Freitas *et al.* 2001; Pinto & Motta 1997; Tourinho 2009). Os papilionídeos constituem um importante grupo do ponto de vista experimental, pois são organismos de grande porte, fáceis de visualizar e ocorrem em uma ampla variedade de ambientes. Estas borboletas são consideradas bons organismos para estudos populacionais, pois são atraídas com facilidade pelas flores e por manchas ensolaradas em meio à mata, além de serem relativamente fáceis de marcar com códigos em suas asas (Ramos &

Freitas 2000).

#### **1.4. Métodos de marcação e recaptura e estimadores populacionais**

Devido à importância de se conhecer o tamanho populacional de uma espécie em determinada localidade, algumas técnicas foram desenvolvidas para determinar a quantidade de indivíduos residente em uma população. Como a maioria dos animais possui grande vagilidade, alguns podendo dispersar centenas ou milhares de quilômetros, dificilmente é possível realizar um censo populacional completo. Portanto, o método de marcação e recaptura é considerado o sistema mais efetivo e simples para se realizar estimativas de parâmetros populacionais (Ricklefs 2009).

Amostrar animais móveis de uma dada população definida no espaço, onde indivíduos tendem a sair e entrar da área de estudo, não é uma tarefa fácil. Deve-se empregar grandes esforços de campo para capturar os indivíduos, marcá-los e liberá-los novamente. A técnica ainda exige a realização de amostragens posteriores, visando recapturar os indivíduos marcados. Daí vem o nome do método de Captura-Marcação-Liberação-Recaptura (CMLR), em português, e "Multiple Marking Release – MMR", em inglês (Begon 1979; Blower *et al.* 1981). Os principais parâmetros estimados por esses métodos são: o tamanho ou densidade populacional, as taxas de ganho, perda e diluição, o número de novos animais e o total recrutado durante uma geração. Além disso, com os dados de CMLR podem ser realizadas estimativas sobre a longevidade de cada indivíduo recapturado, determinando a estrutura etária de uma determinada população. Ainda é possível estimar a área de vida dos indivíduos recapturados ao longo do tempo de estudo (Francini 2010).

O método de CMLR é extremamente poderoso como ferramenta analítica, pois através das marcas os animais podem ser identificados individualmente (Blower 1981). Usando princípios de proporções relativas entre a quantidade de indivíduos marcados e não marcados que são registrados ao longo de amostragens sucessivas, é possível estimar o tamanho efetivo de uma população (Southwood 1978). Para tanto, de acordo com Begon (1979), algumas premissas são necessárias para o bom funcionamento do método. São elas: (1) as marcas devem ser permanentes, permitindo que as informações não sejam perdidas ou que possa ocorrer algum erro nas próximas recapturas; (2) os indivíduos não devem ter seu comportamento natural afetado pelas

capturas, manuseio e marcação, de modo que os indivíduos devem se misturar homoganeamente à população, para que as taxas de recaptura não sejam afetadas; (3) os animais marcados e recapturados mais de uma vez não podem ter seu comportamento natural afetado, de modo que a manipulação experimental não aumente as chances de o indivíduo morrer ou emigrar; (4) as probabilidades de recapturas devem ser as mesmas entre qualquer indivíduo da população, ou seja, a população deve ser amostrada aleatoriamente, independente do sexo, idade ou alguma característica peculiar, representando as proporções em que ocorrem naturalmente; (5) todos os indivíduos têm as mesmas chances de morrer ou emigrar; (6) as amostragens devem ser realizadas em tempo discreto, e o tempo consumido no processo deve ser muito menor do que o tempo total das observações; (7) a mortalidade ou emigração, bem como a natalidade ou imigração, devem ser mínimos no intervalo amostrado. Caso estes pressupostos não sejam satisfeitos, o que geralmente é comum em populações biológicas, o método deve quantificar as perdas e ganhos ocorridos.

Muitas populações de insetos adultos crescem e decrescem rapidamente, levando curtos períodos para isso. Nesses casos, a intensidade amostral deve ser muito grande, e as condições meteorológicas adversas deverão ser levadas em conta. Ainda que cuidados desse tipo sejam tomados, é bem possível que características peculiares de certos locais ou populações, como, por exemplo, grandes amplitudes térmicas diárias e a alta mobilidade de certas espécies, ainda influenciem os dados coletados (Francini 2010). Alguns dos problemas dessa natureza podem ser contornados com a escolha adequada do modelo matemático que será utilizado para calcular os estimadores populacionais. Dentre os métodos de cálculo disponíveis para estudos de CMLR, destacam-se os métodos de o Lincoln-Petersen (1930), Fischer-Ford (1947), Manly-Parr (1986) e Jolly-Seber (1965). Todos estes métodos requerem uma amostragem sequencial das populações, de modo a permitir a entrada e saída de indivíduos da população durante os intervalos de amostragem (exceção feita ao método de Lincoln-Petersen, que considera a população um sistema fechado). Estes estimadores possuem basicamente os mesmos pressupostos, porém a forma como é tratada a taxa de sobrevivência é diferenciada (Romanowski 1991).

O método de Lincoln-Petersen (1930) foi o primeiro estimador a ser desenvolvido e de onde todos os demais métodos complexos derivaram (Francini



2010). Este método utiliza apenas os dados de indivíduos capturados e marcados em uma amostra  $x$  e recapturados em uma amostra  $x+1$ , não sendo aplicável para amostras sucessivas. Seu método de cálculo utiliza os dados obtidos na primeira amostragem como fonte de entrada de indivíduos no modelo, sendo os registros efetuados na segunda os responsáveis pela saída de indivíduos do modelo. Por se tratar de uma proporção entre duas amostras, a precisão das estimativas feitas pelo método de Lincoln-Petersen é muito dependente da intensidade amostral. Ele é considerado o modelo que menos reflete a realidade biológica de uma população.

Em geral, estimativas populacionais precisas dependem diretamente de grandes esforços de amostragem, pois baixos números amostrais afetam diretamente a obtenção de parâmetros. Comumente a precisão dos estimadores depende mais do número de recapturas registradas do que do número total de indivíduos capturados. Distintos métodos apresentam precisões que podem ser mais ou menos influenciadas por diferentes fontes de viés amostral. Esta sensibilidade diferencial está relacionada à maneira como são calculados os parâmetros em cada método, e não à maneira como são coletados os dados. O método de Lincoln-Petersen assume que a população é fechada, não ocorrendo imigração, emigração, morte ou nascimento entre duas amostragens. O Manly-Parr admite que tanto as variações diárias quanto a idade estão relacionados com a sobrevivência. Já o Jolly-Seber é um método estocástico não aleatório, que considera que há uma probabilidade de sobrevivência variável para cada dia de vida independente da idade. Entre todos os modelos apresentados acima, o que melhor reflete as condições reais de populações naturais é o de Jolly-Seber.

### **1.5. As borboletas no ambiente urbano**

O ambiente urbano é constituído por mosaicos de diversos tipos de vegetação interconectados por corredores verdes e em alguns casos, quando preservados, são conectados por remanescentes florestais (Ruszczyk 1986). Parques urbanos e jardins possuem uma grande diversidade de vegetação, introduzida e nativa, que propiciam alimento, refugio e substrato para uma ampla gama de animais (Brown Jr. & Freitas 2002). Segundo Fortunato e Ruszczyk (1997) a preservação destes locais são

importantes para a manutenção de uma alta riqueza de borboletas nas cidades, pois garantem uma fonte de colonizadores potenciais aos ambientes urbanizados.

As borboletas de áreas urbanas e a dinâmica destas populações em ambientes com interferência humana já foi alvo de estudos por diversos autores (Ruszczyk 1986, 1986a, 1986b, Bonfanti *et al.* 2009, 2011, entre outros). De acordo com Ruszczyk (1986a), a falta de vegetação nativa na malha urbana limita a distribuição de muitas espécies. Para as borboletas nectarívoras que apresentam adaptações para ambientes abertos, mas que não possuem forte associação com um tipo específico de habitat, o ambiente urbano pode apresentar-se como favorável. Estas espécies seriam favorecidas devido ao fato das cidades possuírem jardins compostos por flores com néctar, apresentarem ambientes ensolarados, quentes e secos.

### **1.6. A família Papilionidae**

As espécies da família Papilionidae são borboletas grandes e vistosas, o que as torna alvo de interesse em muitos estudos taxonômicos, ecológicos e evolutivos. Por isso constituem o grupo de borboletas mais bem conhecido e um dos grupos mais estudados entre todos os invertebrados. Alguns dos trabalhos mais recentes com o grupo analisam aspectos referentes a polimorfismos (Hazel 2002), especialização alimentar (Scriber *et al.* 2008), relação planta-hospedeiro (Silva-Brandão & Solferini 2005; Pinto *et al.* 2009), fisiologia (Scriber & Sonke 2011), morfologia (Di Mare & Corseuil 2004), biogeografia (Bustos 2007, Simonsen *et al.* 2011), sistemática e filogenética (Silva-Brandão *et al.* 2005).

A maior parte das espécies possui ampla distribuição geográfica e são comuns em diversos ambientes, apesar de algumas espécies possuírem hábitos bem restritos (Mielke *et al.* 2004). Comumente são animais de grande porte, com voo ligeiro e rigoroso. Muitos possuem um prolongamento na veia M3, o que dá o nome característico a este grupo (borboletas rabo-de-andorinha, em tradução livre para o português a partir do termo inglês "swallowtails butterflies"). São encontrados em abundância principalmente em ambientes úmidos com árvores nativas e em manchas de microhabitats específicos (topos de morros, matas ciliares, áreas de várzea ou baixada, etc.). Os ovos são de aparência esférica, lisos ou cobertos por uma secreção

protetora e nutritiva. Já as lagartas são lisas ou com tubérculos claros, apresentam osmetério (órgão protusível, em formato de "V", localizado no protórax e que exala um odor forte de ácido). As pupas se fixam no substrato através do cremáster, sendo amparadas por um fio de seda aderido à região torácica da pupa, permanecendo eretas; podem ser lisas ou rugosas, apresentando chifres, tubérculos ou placas salientes (Brown-Jr. 1992).

Os papilionídeos da região neotropical reúnem cerca de 560 espécies (Paim e Di mare 2002) e são classificados em três subfamílias, Baroniinae, Parnassiinae e Papilioninae, sendo esta última a maior e mais diversificada (Scriber 1995). Nas Américas há registros de 143 espécies (Tyler *et al.* 1994). No Brasil são registradas 69 espécies da subfamília Papilioninae e estas são divididas em três tribos: Troidini, Graphini e Papilionini (Brown & Freitas 1999). De acordo com Teston e Corseuil (1998), no Rio Grande do Sul ocorrem 37 representantes da subfamília Papilioninae (considerando todas as subespécies como táxons distintos). A tribo Troidini é representada por três gêneros no Brasil: *Battus* (cinco espécies), *Euryades* (duas espécies) e *Parides* (22 espécies) (ver Tyler *et al.* 1994).

Em nível mundial, os papilionídeos vêm sendo estudados com grande intensidade desde a década de 70 (Cook *et al.* 1971, Young *et al.* 1986; Scriber 1984; Ramos & Freitas 2000, Ríos & Canamero 2010, entre outros). Os trabalhos abrangem história natural, recursos alimentares utilizados, dinâmica de populações, entre outros tópicos. Brown *et al.* (1981) e Morais & Brown (1992) realizaram estudos sobre a interação inseto-planta com cinco espécies de Troidini e suas plantas hospedeiras. A relação planta-hospedeira dos Troidini também foi objeto de estudos recentes por Silva-Brandão & Solferini (2007).

No RS, Paim e Di Mare (2002) estudaram os parâmetros ecológicos e demográficos de *Parides agavus* em Santa Maria, indicando que o ambiente urbano é determinante nas características das populações. Por causa dessa importância, são necessários mais estudos de monitoramento populacional, principalmente de espécies de Troidini em ambientes antropizados. No sul do Brasil, poucas informações são conhecidas a respeito da dinâmica das populações naturais de borboletas onde existe marcada sazonalidade (Paim & Di Mare 2002). Estudos dessa natureza ajudariam a

esclarecer quais são os fatores que controlam a distribuição e abundância das espécies, bem como qual o tamanho da contribuição da variabilidade genética nos padrões espaciais das populações naturais.

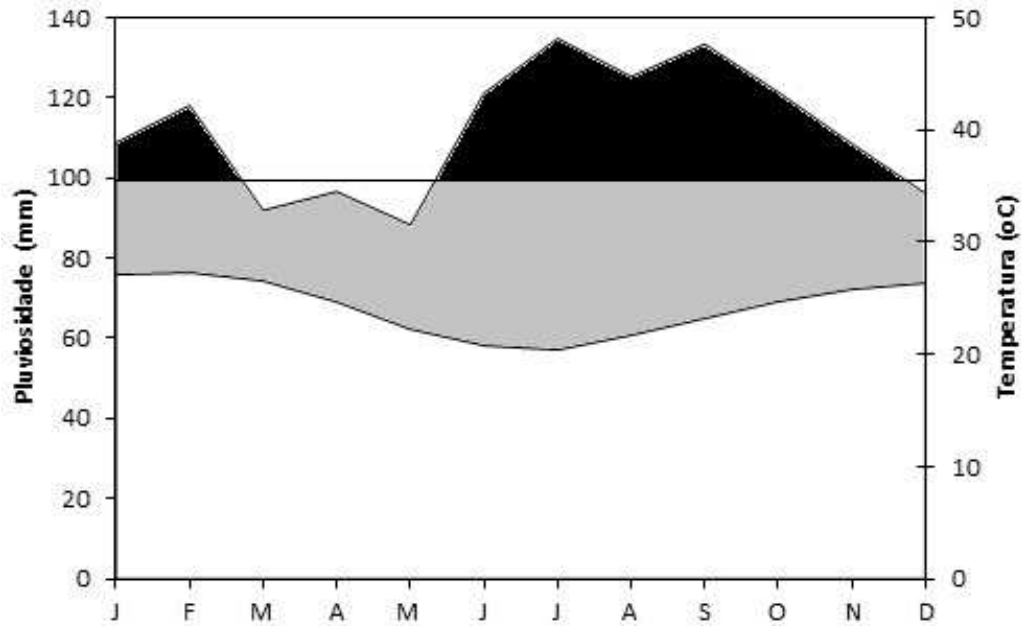
### **1.7. Os papilionídeos no RS**

O programa "As Borboletas do Rio Grande do Sul", desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia de Insetos do Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vem elaborando desde 1996 estudos com fauna de lepidópteros dos diferentes tipos de ecossistemas do Rio Grande do Sul, visando conhecer as particularidades das diferentes comunidades existentes no estado.

Entre as áreas estudadas, Porto Alegre é o município com o maior número de pesquisas realizadas. Destacam-se estudos feitos no Morro Santana (Camargo 2006; Castro 2008), nos Parques Saint-Hilaire e Farroupilha, no Jardim Botânico (Strelow *et al.* 1998; Camargo 2006), no Parque Marinha do Brasil, na Ilha do Pavão (Camargo 2006), na Reserva Biológica do Lami (Teixeira 2005) e nos Parques do Morro do Osso e Morro São Pedro (Castro 2008). No entanto, os estudos desenvolvidos até o momento focaram aspectos da estrutura das comunidades, deixando em segundo plano informações sobre as populações de borboletas. Desta forma, pouca ou nenhuma informação sobre a dinâmica de populações de borboletas é conhecida para as áreas supracitadas.

### **1.8. O Município de Porto Alegre**

De acordo com a classificação de Köppen, o clima de Porto Alegre se enquadra na categoria subtropical úmido (Cfa), sem estação seca definida, apresentando temperaturas médias anuais de 19°C de temperatura e 1307 mm de pluviosidade (Nimer, 1990) (fig. 1). Porto Alegre está localizado em uma faixa de transição climática (latitude 30° Sul) e distante a 100 km do oceano atlântico, por isso ocorre uma grande faixa de variação meteorológica ao longo do ano, com alternância entre massas de ar tropical marítimo e massas de ar polar marítimo (Livi, 1998).



**Figura 1.** Climatograma histórico (1950-2011) para o município de Porto Alegre, RS. Dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Em preto – super úmido, cinza - úmido, branco – períodos normais (conforme Walter 1985).

Em relação à vegetação, encontra-se com 24,1% de território natural com algum grau de interferência antrópica. No entanto, o que ainda resta de remanescente natural na região são as matas e campos dos morros de Porto Alegre, e os campos e banhados da APA do Delta do Jacuí, na porção nordeste do município. A bela paisagem deste município é o resultado de um processo geológico e evolutivo ocorrido ao longo de 800 milhões de anos. Este processo envolveu eventos como glaciações, transgressões e regressões marinhas e colisão de continentes, fato provavelmente responsável pela formação da Crista de Morros de Porto Alegre, situada no sentido nordeste do município e constituída por 22 km de extensão e diversas formas de relevo (Menegat *et al.* 1998).

Porto Alegre está situado em uma área de tensão ecológica (ecótono), caracterizando uma área de transição entre formações vegetais pioneiras com influência marinha e florestas estacionais semidecíduais. De acordo com Rambo (2005) a flora da região porto-alegrense é dividida em duas partes: uma com elementos vegetais de origem do Brasil Central e dos Andes meridionais (elementos chaquenhos e andinos), e

a outra composta por elementos da Mata Atlântica *strictu sensu* e da região do Alto Uruguai (elementos atlânticos e amazônicos).

## **2. Justificativa**

Populações estão continuamente se modificando ao longo do tempo devido a processos como nascimento, morte e dispersão, e a regulação desses depende de interações dos indivíduos com o ambiente e entre si (Ricklefs 2009). Entender essa dinâmica e como os processos afetam as populações, para que seja possível controlá-los, é indispensável para a conservação das espécies (Townsend *et al.* 2006).

Tendo em vista a escassez de informações sobre aspectos biológicos e a necessidade de estudar populações de regiões com sazonalidade marcante, a proposta do presente trabalho foi realizar o monitoramento de populações de algumas espécies de borboletas da família Papilionidae encontradas em duas áreas no município de Porto Alegre, RS. As áreas selecionadas para a realização do estudo estão localizadas em uma área urbanizada e manejada, o Jardim Botânico, e outra natural e impactada pelo avanço urbano, o Morro Santana.

## **3. OBJETIVOS**

### **3.1. Objetivo geral**

O objetivo principal do trabalho foi gerar informações sobre as assembleias de Papilionidae ocorrentes no município de Porto Alegre, fornecendo subsídios para futuras ações de manejo e conservação de populações naturais em ambientes urbanos.

### **3.2. Objetivos específicos**

- Monitorar durante os meses de pico de ocorrência de borboletas, algumas das populações das espécies de Papilionidae ocorrentes no município de Porto Alegre;
- Investigar as dinâmicas temporais das assembleias de Papilionidae em duas áreas urbanas sujeitas a regimes diferentes de manejo, uma área verde urbana artificial e manejada e outra área verde natural não-manejada;
- Estimar parâmetros populacionais básicos, tais como tamanho das populações, tempo de residência e longevidade, tamanho corporal, proporção sexual e estruturação etária;
- Determinar a influência de variáveis climáticas limitantes na ocorrência de borboletas nas áreas estudadas;
- Discutir a importância das áreas verdes urbanas para a manutenção de populações naturais de borboletas.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Áreas de estudo**

Para a realização do presente trabalho foram selecionadas duas áreas no município de Porto Alegre, RS. O Jardim Botânico (JB) de Porto Alegre (30°03' 04"W, 51°10' 34"S) é uma área verde urbana, localizado entre as avenidas Dr. Salvador França e Cristiano Fischer, com uma área total de 40,5 hectares. Está situada em uma "coxilha", onde predomina a alta exposição ao vento e a radiação solar, bem como áreas de baixadas pouco expostas às intempéries, onde se encontra uma vegetação mista entre plantas nativas e exóticas (fig. 2). O JB apresenta grande variedade de ambientes naturais e artificiais, que incluem jardins, arboretos, gramados, áreas com mata secundária, capoeirais, lagos, banhados e espaços construídos (FZB 2004).

A área possui um microrelevo ondulado, onde se encontra uma região plana mais elevada e uma área de depressão. Segundo Bueno & Martins (1986), nos locais mais úmidos, compostos de áreas alagadiças, ocorrem espécies arbustivas e subarbustivas, com a dominância de *Mimosa bimucronata* (Maricá). Nas bordas dos locais úmidos, onde o solo é mais seco, crescem indivíduos de *Dodonaea viscosa*

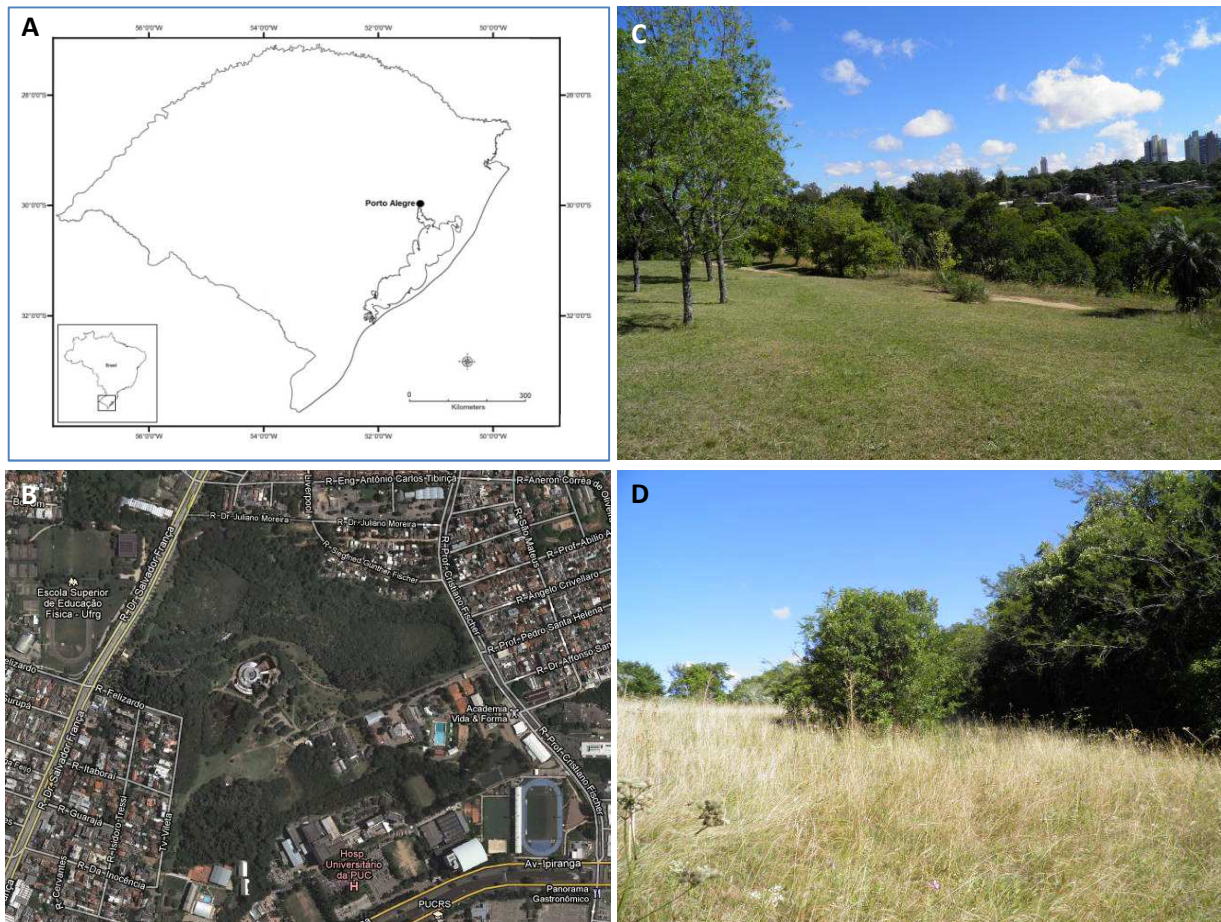
(vassoura vermelha) e *Baccharis dracunculifolia* (vassourinha). Onde o solo é bem seco destaca-se o *Eryngium pandanifolium* (gravatá) e outras gramíneas.

A área da trilha utilizada no JB abrangeu um mosaico de paisagens, incluindo ambientes de borda de mata e ambientes abertos de campos e jardins. A trilha percorrida durante as amostragens tinha aproximadamente 750 m de extensão (fig. 2C). Os detalhes da trilha encontram-se no apêndice I.

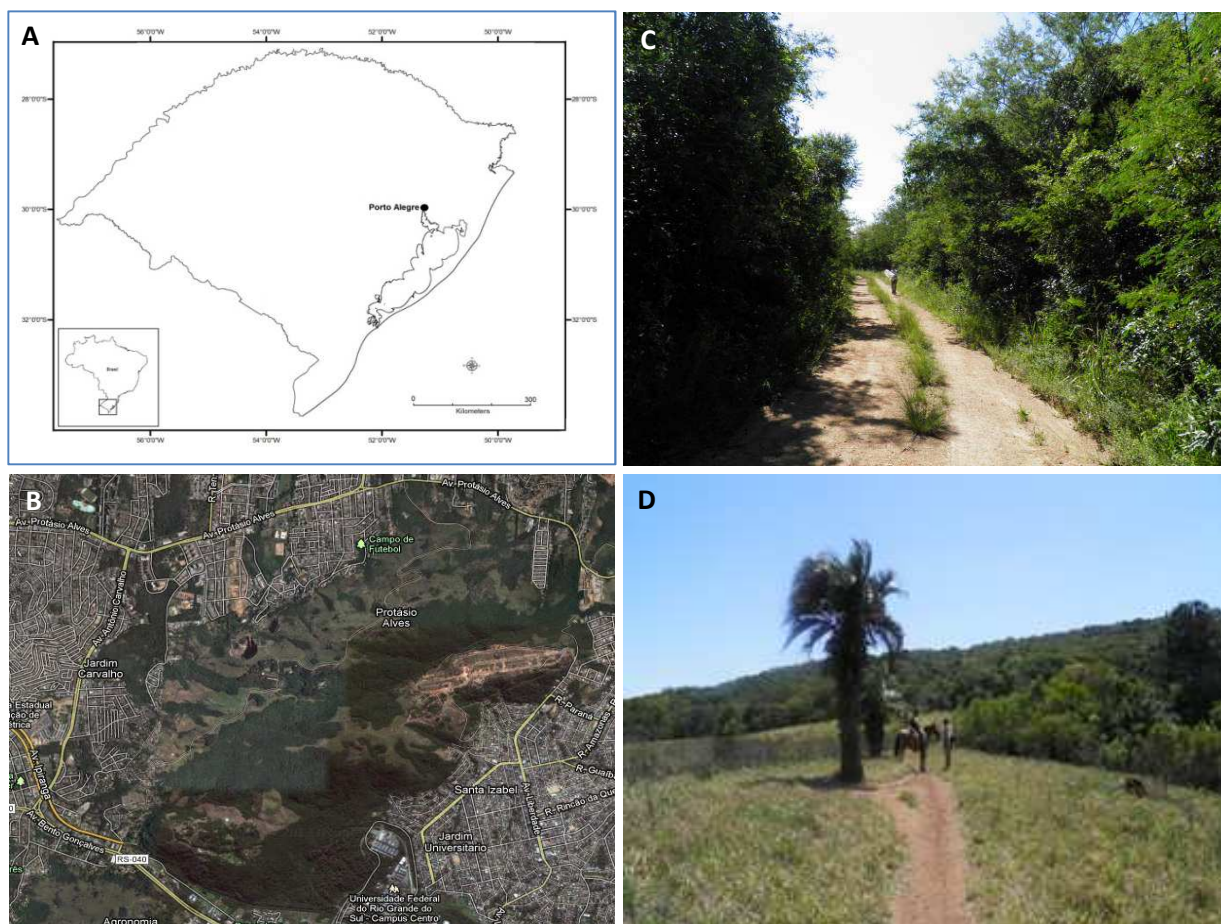
O Morro Santana (MS) está situado atrás do Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), na zona leste da cidade (30°03' 32"W, 51°07' 25"S) (fig. 3). A área total aproximada é de 1000 ha, destes cerca de 60% pertence à UFRGS. De maneira geral, 2/3 são de cobertura florestal atlântica e 1/3 de campos nativos (Porto *et al.* 1998). O MS está localizado na porção mais setentrional do Escudo Cristalino Sul-Riograndense, e tem como rocha matriz o granito Santana (Menegat *et al.* 1998). Os solos são predominantemente litólicos e podzólicos vermelho-amarelo, com frequentes matacões (blocos de rocha de forma arredondada). A altitude máxima é de 311m, a maior dentre os morros de Porto Alegre.

A área da trilha percorrida estava localizada na base da face sul do MS, próximo ao anel viário do Campus do Vale da UFRGS, onde predomina a formação vegetal do tipo florestal (fig. 3C). A trilha percorrida durante as amostragens tinha aproximadamente 770 m de extensão (Apêndice II).





**Figura 2.** Localização e aspectos gerais da área de estudo no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS. **A.** Localização geográfica ( $30^{\circ}03'32''W$ ,  $51^{\circ}07'25''S$ ). **B.** Vista área. **C.** Aspecto da trilha percorrida nas amostragens. **D.** Panorama geral da fisionomia da área (ambiente temperado, em primeiro plano e à esquerda; ambiente tropical ao fundo e à direita).



**Figura 3.** Localização e aspectos gerais da área de estudo no Morro Santana, Porto Alegre, RS. **A.** Localização geográfica ( $30^{\circ}03'04''W$ ,  $51^{\circ}10'34''S$ ). **B.** Vista área. **C.** Aspecto da trilha percorrida nas amostragens. **D.** Panorama geral da fisionomia da área (campo, em primeiro plano; matas ao fundo).

## 4.2. Amostragens

As amostragens foram realizadas entre os meses de outubro de 2011 e fevereiro de 2012. As expedições a campo foram realizadas mensalmente, envolvendo três dias consecutivos para cada área. Os transectos utilizados tinham, em média, aproximadamente 760 m e foram percorridos sempre entre 9h00 e 13h00 (horário solar) por 2 amostradores munidos com rede entomológica, totalizando um esforço amostral de 24 horas rede/mês para cada localidade. As coletas seguiram um método modificado a partir de Pollard (1977). Os indivíduos capturados foram identificados com o auxílio de guias de campo e bibliografia especializada, sendo posteriormente marcados no centro da célula discal das asas posteriores com um código numérico sequencial (apêndice III), e posteriormente liberado na natureza. As marcações foram realizadas com o uso de uma caneta de tinta permanente não-hidrossolúvel, garantindo

que as marcas não fossem perdidas entre as ocasiões de amostragem e permitindo que os dados obtidos fossem analisados por métodos de CMLR. Para cada indivíduo capturado foram registradas as seguintes informações: idade, sexo, tamanho de asa e o código numérico de captura. Todos os dados foram registrados em caderno de campo e posteriormente avaliados em softwares específicos em laboratório.

### **4.3. Estimativas dos parâmetros populacionais**

Os dados obtidos por CMLR foram analisados pelo método de Lincoln-Petersen, com correção de continuidade de Bailey para amostras pequenas. Para estimar o número de indivíduos presentes por dia, indivíduos recapturados foram considerados como estando presentes em todos os dias desde a primeira captura (conforme Freitas 1996 e Ramos & Freitas 2000).

Com o objetivo de estimar a eficiência de captura das borboletas presentes no MS e JB, foi desenvolvida uma metodologia que estimasse a taxa de perda de indivíduos avistados que não foram capturados durante as amostragens. Para gerar o índice de eficiência de captura, foram registradas em planilha todas as borboletas avistadas e não capturadas, bem com as avistadas e capturadas. O índice foi calculado como a taxa entre o número total indivíduos avistados e capturados sobre o número total de indivíduos registrados (capturados, recapturados e indivíduos avistados não capturados). A eficiência de captura foi estimada por ocasião amostral.

O tempo de permanência dos indivíduos na população foi estimado como uma medida indireta de longevidade, calculado como o número de dias decorridos entre a marcação e a última recaptura (conforme Brussard *et al.* 1974).

#### **4.4. Estruturação etária, proporção sexual, atividade de voo e tamanho corporal**

A idade dos indivíduos foi categorizada em quatro diferentes estágios de acordo com o desgaste das asas (conforme Erlich & Gilbert 1973 e Freitas 1993). As classes etárias foram as seguintes: borboletas tenerais (indivíduos recém-emergidos, com escamas em perfeitas condições, com asas ainda moles e brilho destacado), borboletas jovens (indivíduos com escamas vistosas e brilhantes, sem desgaste nas asas), borboletas experientes (indivíduos que apresentaram algum desgaste das escamas mas com poucos danos alares) e borboletas velhas (indivíduos com as escamas das asas desgastadas e danos alares bastante evidentes).

A identificação do sexo dos indivíduos foi realizada em campo através da inspeção visual da genitália externa das borboletas capturadas. A razão sexual foi determinada por ocasião amostral, tendo sido calculada como a razão entre o número total de machos sobre e o número total de fêmeas. Visando gerar informações adicionais sobre a ecologia do comportamento de forrageamento de ambos os sexos durante o período de amostragem, a atividade de voo dos indivíduos de ambos os sexos foi monitorada ao longo de cada uma das ocasiões de amostragem. As diferenças entre número de machos e fêmeas foi analisada através de um teste  $\chi^2$  contra uma relação Fisheriana de 1:1.

Para estimar o tamanho corporal das borboletas capturadas, foi usado como referência o comprimento das asas anteriores. As medidas foram realizadas utilizando como marcos anatômicos a inserção da asa anterior no tórax (marco proximal) e a terminação da veia R4 (marco distal). As medidas foram realizadas em campo com o auxílio de paquímetro digital com precisão de 0,01 mm (fig. 4). A diferença entre o tamanho médio de machos e fêmeas foi analisada através de um teste t.



**Figura 4.** Detalhe do procedimento de mensuração do tamanho das asas das borboletas capturadas em campo.

#### **4.5. Dados climáticos**

Com o objetivo de relacionar a variação de fatores climáticos com a presença de borboletas nas localidades estudadas, algumas variáveis climáticas descritas na literatura como influentes na atividade diária das borboletas foram registrados *in situ* a cada ocasião amostral. As variáveis foram medidas em campo com o auxílio de uma estação meteorológica portátil (Instrutherm Inc., modelo Thal-300) tendo sido registradas em intervalos de uma hora do início ao fim das atividades de coleta. Foram medidas as seguintes variáveis: temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s). As medidas das variáveis ambientais obtidas em campo foram correlacionadas com o número de borboletas capturadas nos mesmos intervalos de tempo para cada ocasião amostral através do coeficiente de correlação de Spearman.

#### **4.6. Análises estatísticas**

Todas as análises estatísticas descritas nos itens 4.3 a 4.5 foram realizadas utilizando os softwares BioEstat versão 5.0 (Ayres *et al.* 2007) e PAST versão 2.08b (Hammer *et al.* 2001). Em todos os testes realizados foi assumido um valor de alfa = 0,05.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Jardim Botânico

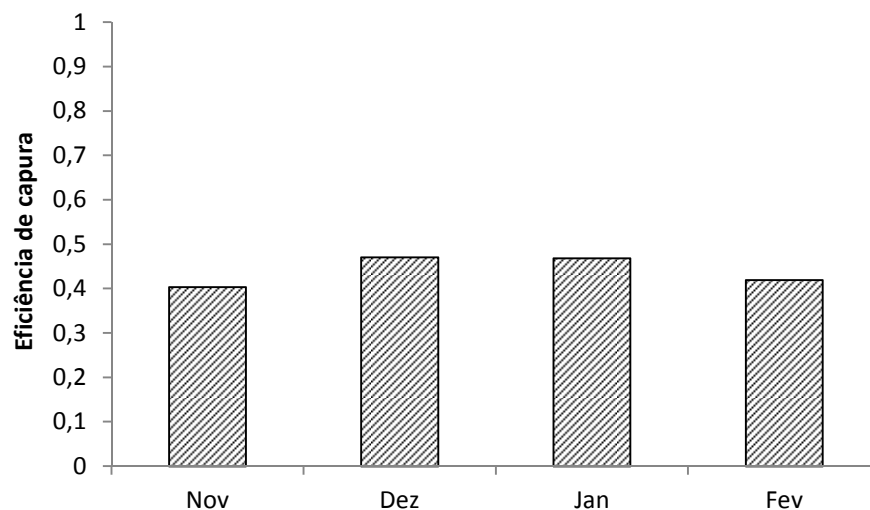
#### 5.1.1. Espécies registradas, eficiência de captura e horários de atividade

Ao longo de 12 ocasiões amostrais, foram capturados 117 indivíduos representados por 10 espécies. A espécie dominante foi *Battus polydamas polydamas* (doravante *B. polydamas*), sendo representante de 69% da fauna amostrada, seguido de *Heraclides astyalus*, representada por 10% e *Euryades corethrus*, com 7%. A quantidade de indivíduos capturados por sexo para cada uma das espécies pode ser visualizada na tabela 1.

**Tabela 1.** Abundância de espécies de Papilionidae capturadas no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, entre os meses de novembro de 2011 e fevereiro de 2012.

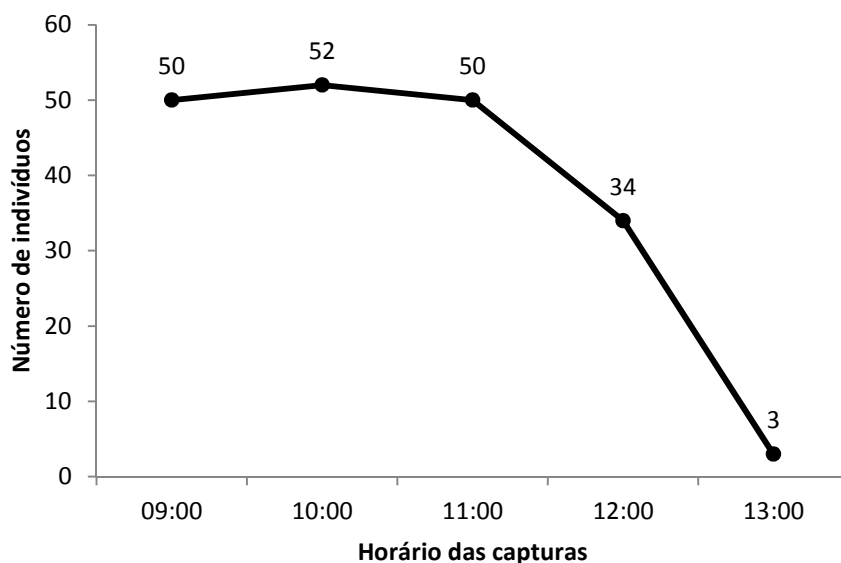
Espécie	Machos	Fêmeas	Total
<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus,1758)	32	49	81
<i>Battus polystictus</i> (Butler,1874)	2	0	2
<i>Euryades corethrus</i> (Boisduval,1836)	4	4	8
<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Esper,1788)	2	4	6
<i>Heraclides astyallus</i> (Godart, 1819)	1	11	12
<i>Heraclides hectorides</i> (Esper,1794)	0	1	1
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan,1906)	0	1	1
<i>Parides agavus</i> (Drury, 1782)	0	2	2
<i>Parides anchises</i> (Godart, 1819)	2	1	3
<i>Parides bunichus</i> (Boisduval, 1836)	1	0	1

Durante a realização das coletas, foram avistadas 242 borboletas que não puderam ser capturadas. Relacionando o número total de capturas e recapturas com os registros de espécies avistadas não capturadas, a eficiência média de captura no JB foi de 45%. A eficiência de captura foi similar em todos os meses de amostragem, conforme indicado pela figura 5.



**Figura 5.** Eficiência de captura de borboletas da família Papilionidae no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, entre os meses de novembro de 2011 e fevereiro de 2012.

Desde a primeira faixa de horário foram registrados indivíduos em atividade de voo (figura 6). O número de capturas foi maior nas primeiras horas do dia, sendo o pico de atividade registrado entre as 10h00 e 11h00. No início da tarde, quando o sol se encontrava próximo do zênite, o número de capturas caiu cerca de 32%. Próximo as 13h00 a atividade das borboletas caiu consideravelmente, sendo registrados apenas três indivíduos em atividade de voo nessa faixa de horário.



**Figura 6.** Horário de captura dos indivíduos de todas as espécies de Papilionidae registrados entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS. O número acima da linha indica o total de capturas por faixa de horário entre todas as amostragens realizadas.

### 5.1.2. Dinâmica e estimativas de parâmetros populacionais

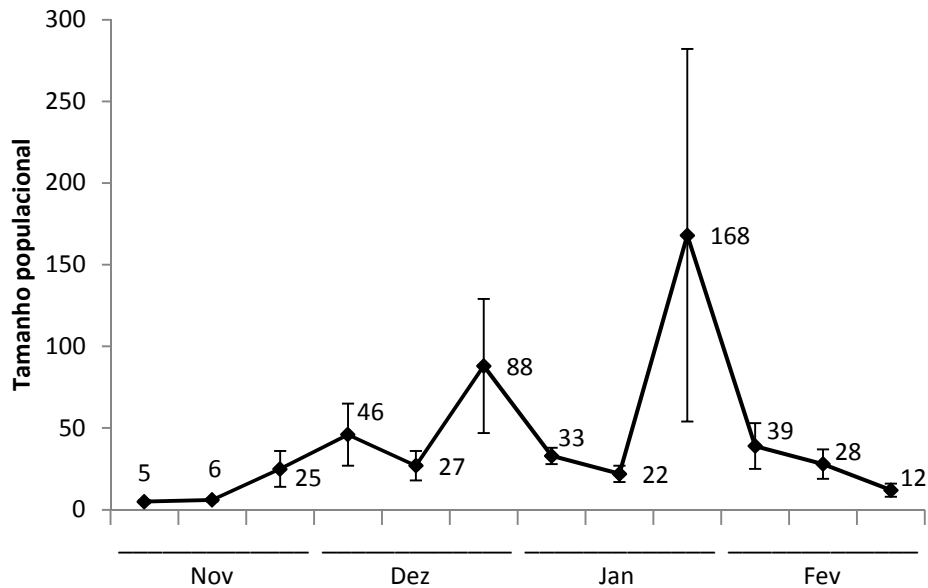
Como base nos dados obtidos por CMLR de todas as espécies registradas no JB, só foi possível estimar com confiabilidade os parâmetros populacionais de uma única espécie, *B. polydamas*, a única espécie com um grande número de registros.

Ao total, foram capturados 81 indivíduos, sendo 62 deles recapturados ao menos uma vez durante as amostragens. A eficiência de captura para *B. polydamas* variou pouco entre as ocasiões amostrais (mínimo=35%, máximo=50%), sendo a eficiência média de captura igual a 47%.

O número de indivíduos de *B. polydamas* capturados/recapturados por dia variou entre 4 e 23 borboletas, gerando uma média de 4,33 indivíduos/dia. Com base nesses registros, foi possível estimar o tamanho populacional a cada ocasião de amostragem, conforme indicado na figura 7. A menor estimativa de tamanho populacional foi obtida para novembro de 2011 ( $5 \pm 1$  indivíduos) enquanto que a maior estimativa foi obtida para janeiro de 2012 ( $168 \pm 114$  indivíduos). Como padrão geral, nota-se um gradativo aumento nos tamanhos populacionais à medida que se chega



próximo ao meio do verão, com tendência de decaimento populacional para o final da estação mais quente.



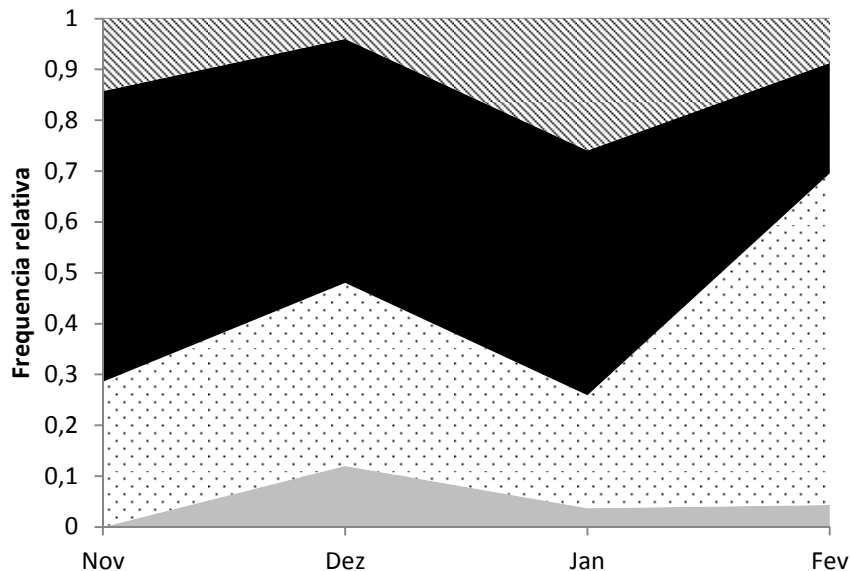
**Figura 7.** Estimativas dos tamanhos populacionais de *Battus polydamas* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS. As estimativas estão indicadas à cada ocasião de amostragem e foram obtidas através do modelo de Lincoln-Petersen, com correção de continuidade de Bailey. Pontos, estimativas dos tamanhos populacionais; barras verticais, erro padrão das estimativas.

O tempo de residência médio para os indivíduos da população de *B. polydamas* no JB foi de 5,11 dias, com máximo de permanência registrada de 51 dias.

### **5.1.3. Estruturação etária, proporção sexual, atividade de voo e tamanho corporal**

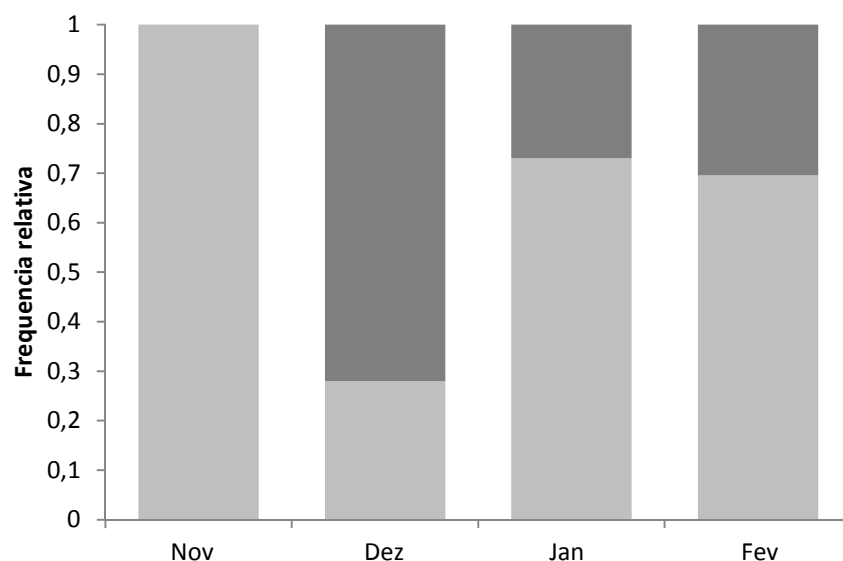
A estruturação etária das populações de *B. polydamas* ao longo das ocasiões de amostragem no JB pode ser vista na figura 8. De modo geral, observou-se que as classes etárias predominantes nas populações foram a "jovem" e "intermediária". Indivíduos tenerais foram capturados em baixa densidade em todos os meses. A quantidade de indivíduos velhos foi ligeiramente superior aos tenerais, sugerindo que o recrutamento diário de indivíduos novos, recém-emergidos da pupa, é relativamente baixo. Outra característica marcante da população do JB foi a maior estruturação observada no mês

de janeiro, justamente a época onde foram obtidas as maiores estimativas de tamanho populacional para a espécie. Nesse período, a proporção de indivíduos velhos foi equivalente à proporção de indivíduos jovens.



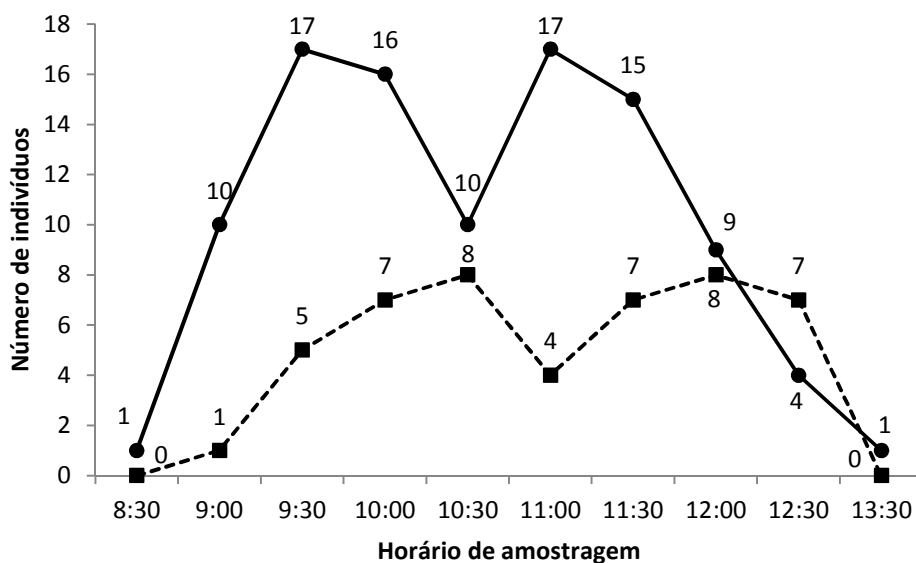
**Figura 8.** Estrutura etária das populações *Battus polydamas* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS. As proporções entre as diferentes classes etárias estão expressas em frequência relativa. Classes etárias: tenal – cinza, jovem – pontos, intermediário - preto; velho – hachurado.

A relação entre a quantidade de machos e fêmeas capturados por ocasião de amostragem no JB pode ser vista na figura 9. Foram capturados 49 fêmeas e 32 machos. A razão sexual encontrada foi ligeiramente desviada em favor das fêmeas, revelando uma relação de 0,65 machos para cada fêmea. Contudo, estas diferenças não foram estatisticamente significativas ( $\chi^2=3,568$ ;  $p= 0,0589$ ). Em geral, as fêmeas dominaram as capturas na maioria dos meses, com exceção no mês de dezembro, onde foram capturadas 18 machos e 7 fêmeas (proporção de 2,5 machos para cada fêmea).



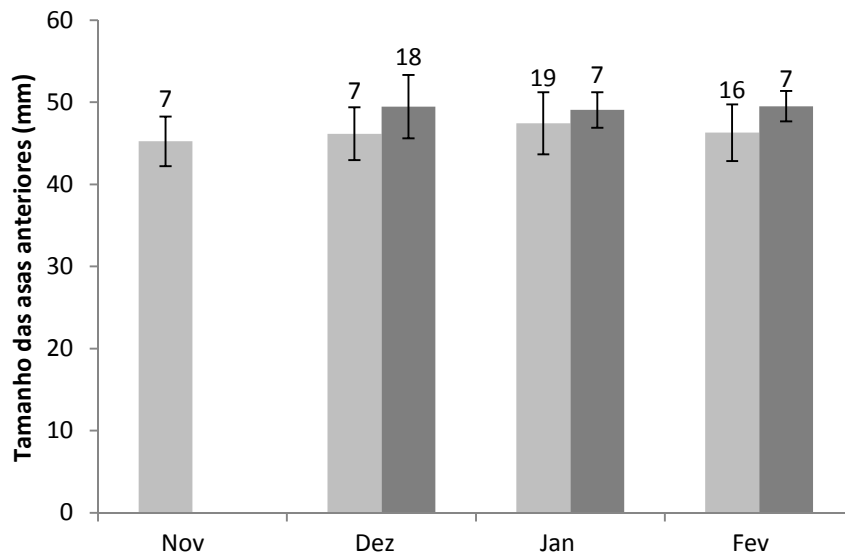
**Figura 9.** Proporção sexual relativa das populações de *Battus polydamas* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012, no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS. Machos, colunas escuras; fêmeas colunas claras.

Com relação à atividade de voo de machos e fêmeas, o padrão observado para a espécie pode ser observado na figura 10. As fêmeas começam a voar mais cedo que os machos, apresentando maiores abundâncias entre às 9h30 e 11h30. Por outro lado, os machos parecem iniciar suas atividades de forrageamento um pouco mais tarde que as fêmeas, apresentando picos de atividade entre às 10h00 e 12h30.



**Figura 10.** Atividade de voo dos indivíduos de *Battus polydamas* capturados ao longo dos horários de amostragem realizados no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012. Machos, linha tracejada; fêmeas, linha sólida. Os números acima das linhas representam a quantidade de indivíduos registrados a cada faixa de horário amostrada.

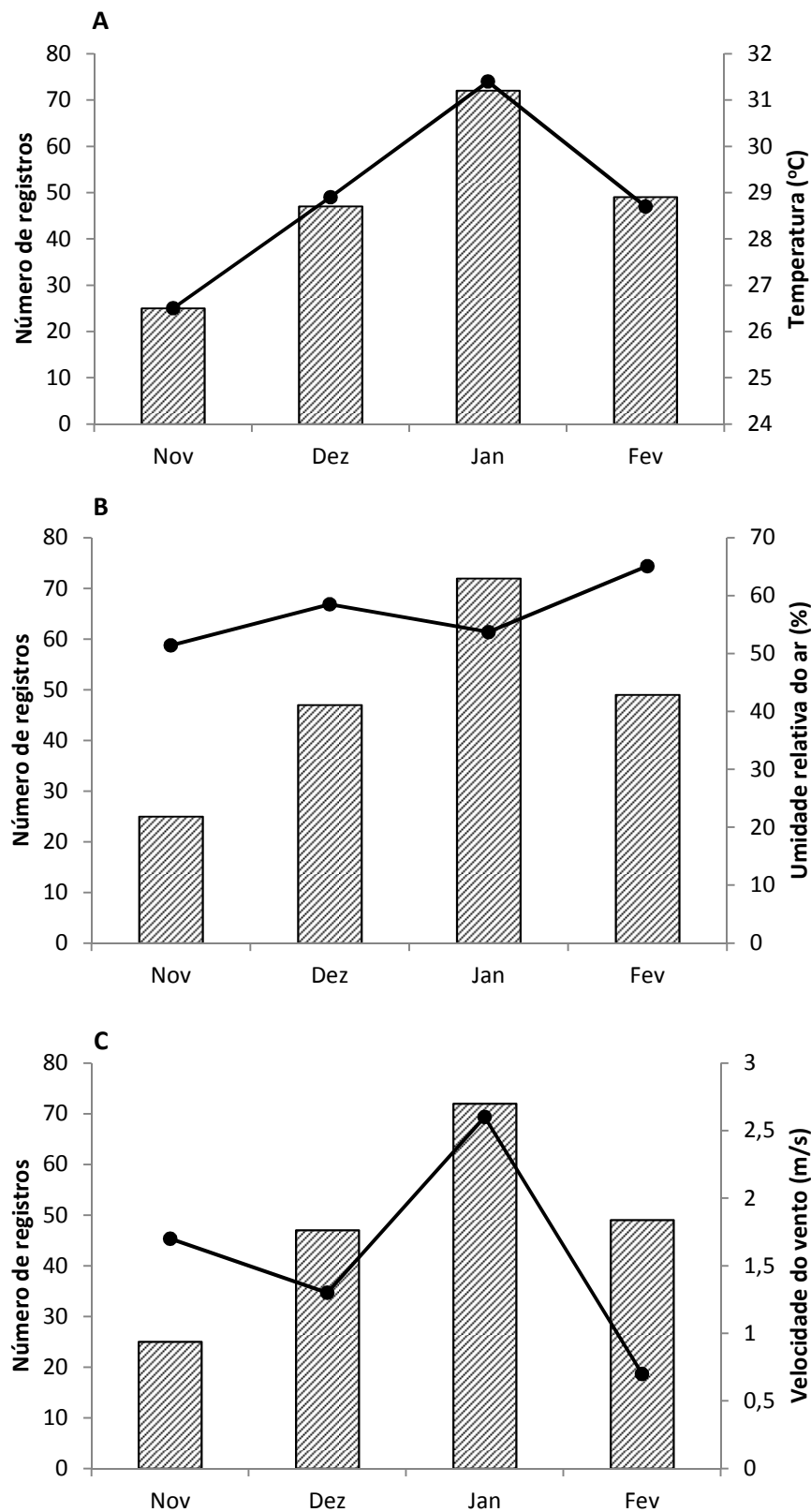
O tamanho corporal médio das populações de *B. polydamas* pode ser visto na figura 11. De modo geral, o tamanho dos indivíduos variou pouco entre os meses de amostragem. Esses resultados sugerem que as diferenças sazonais nas amplitudes climáticas e/ou disponibilidade de plantas hospedeiras no JB não influenciaram significativamente o tamanho corporal dos indivíduos. O tamanho das fêmeas variou entre 38,6 a 51,3 mm (média de 46,25mm), enquanto que o tamanho dos machos oscilou entre 37,2 e 52,2mm (média de 49,49 mm). O tamanho médio dos machos foi significativamente maior do que o tamanho das fêmeas ( $t=4.011$   $p<0.0001$ ).



**Figura 11.** Tamanho médio das populações de *Battus polydamas* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS. Machos, colunas escuras; fêmeas, colunas claras. As barras acima de cada coluna representam o erro padrão. Os números acima das barras de erro indicam o número total de indivíduos em cada categoria.

#### 5.1.4. Relação entre a presença de indivíduos e variáveis climáticas

A relação entre o registro de ocorrência de indivíduos e algumas variáveis climáticas limitantes para a presença de borboletas no JB pode ser visualizada na figura 12. Entre as três variáveis climáticas estudadas, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, e o número de indivíduos registrados por ocasião amostral, não foi encontrada nenhuma correlação significativa quando foi considerada cada uma das ocasiões amostrais individualmente ( $r_{temp}=0.2516$ ,  $t=1.7046$ ,  $p=0.0954$ ;  $r_{umid}=-0.0688$ ,  $t=-0.4519$ ,  $p=0.6536$ ;  $r_{vent}=0.2908$ ,  $t=1.9934$ ,  $p=0.0525$ ). O mesmo resultado foi obtido quando os dados foram analisados de maneira agrupada, considerando os blocos de três saídas mensais ( $r_{temp}=0.8000$ ,  $t=1.8856$ ,  $p=0.1999$ ;  $r_{umid}=0.4000$ ,  $t=0.6172$ ,  $p=0.6000$ ;  $r_{vent}=0.2000$ ,  $t=0.2887$ ,  $p=0.8000$ ).



**Figura 12.** Relação entre o registro de indivíduos de família Papilionidae e variáveis climáticas limitantes à ocorrência de borboletas no Jardim Botânico, Porto Alegre, RS, entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012. **A.** temperatura (°C), **B.** umidade (R%) e **C.** velocidade do vento (m/s). Barras - número de indivíduos registrados mensalmente. Linhas - variáveis climáticas.

## 5.2. Morro Santana

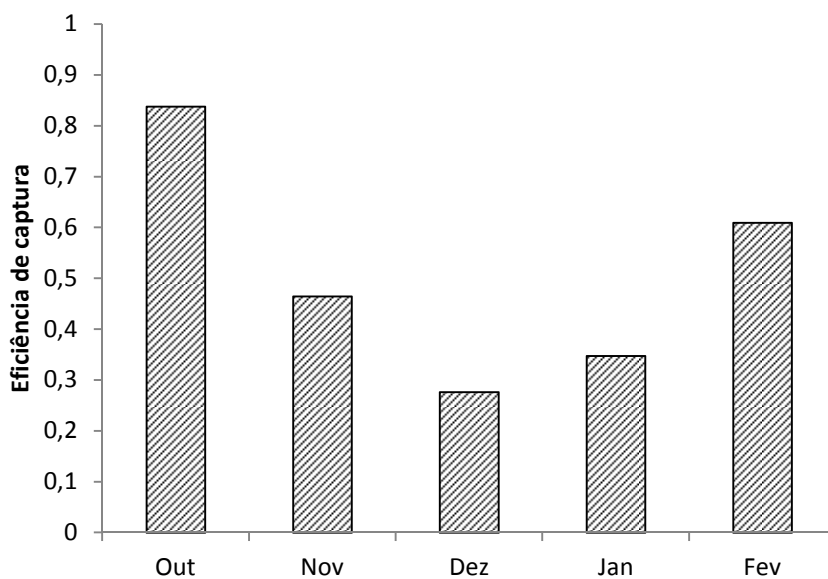
### 5.2.1. Espécies registradas, eficiência de captura e horários de atividade

Ao longo de 15 ocasiões amostrais, foram capturados 288 indivíduos representados por 11 espécies. A espécie dominante foi *Battus polystictus polystictus* (doravante *B. polystictus*), representante de 50% da fauna do MS, seguido de *Parides anchises* (11,8%) e *B. polydamas* (11,4%). A quantidade de indivíduos capturados por sexo para cada uma das espécies pode ser visualizada na tabela 2.

**Tabela 2** - Abundância das diferentes espécies de Papilionidae capturadas no Morro Santana, Porto Alegre, RS.

Espécie	Machos	Fêmeas	Total
<i>Battus polydamas</i> (Linnaeus, 1758)	24	9	33
<i>Battus polystictus</i> (Butler, 1874)	113	32	145
<i>Heraclides anchisiades capys</i> (Esper, 1788)	9	0	9
<i>Heraclides astyallus</i> (Godart, 1819)	7	1	8
<i>Heraclides hectorides</i> (Esper, 1794)	13	0	13
<i>Heraclides thoas brasiliensis</i> (Rothschild & Jordan, 1906)	1	1	2
<i>Mimoides lysithous eupatorion</i> (Lucas, [1859])	4	1	5
<i>Parides agavus</i> (Drury, 1782)	21	8	29
<i>Parides anchises</i> (Godart, 1819)	24	10	34
<i>Parides bunichus</i> (Boisduval, 1836)	4	5	9
<i>Pterourus scamander</i> (Boisduval, 1836)	0	1	1

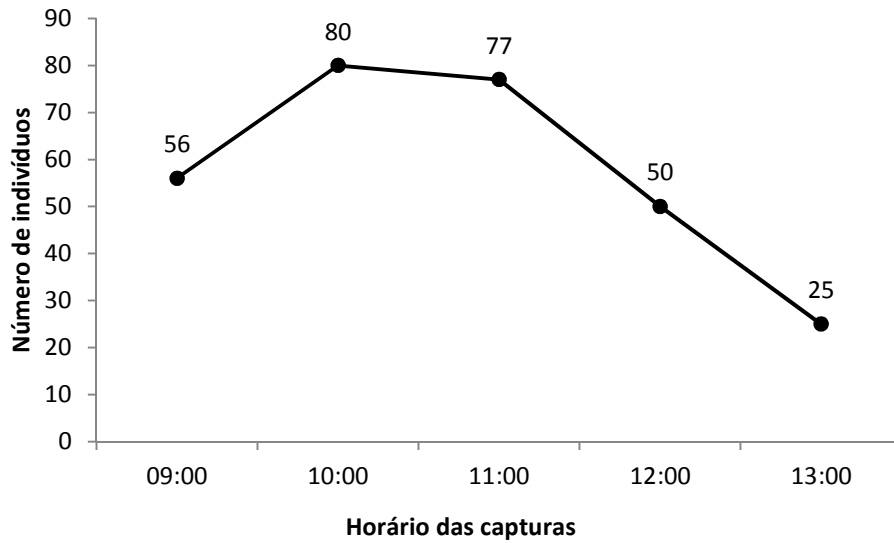
Durante a realização das coletas, foram avistadas 450 borboletas que não puderam ser capturadas. Relacionando o número total de capturas e recapturas com os registros de espécies avistadas não capturadas, a eficiência média de captura no MS foi de 44%. A eficiência de captura foi maior no mês de outubro (86%) e a menor taxa foi em dezembro (28%). Estes resultados estão apresentados na figura 13.



**Figura 13.** Eficiência de captura de borboletas da família Papilionidae no Morro Santana, Porto Alegre, RS, entre os meses de outubro de 2011 e fevereiro de 2012.

Dentre o horário de amostragem das borboletas, observa-se que desde a primeira faixa de horário foram registrados indivíduos em atividade de voo (fig. 14). Assim como encontrado no JB, o número de capturas foi maior nos primeiros horários da manhã, sendo o maior pico de atividade registrado entre às 10h00 e 11h00. No início da tarde, após às 12h00, o número de capturas caiu cerca de 35%, e as 13h00 caiu pela metade em relação ao horário anterior, chegando a 25 indivíduos.





**Figura 14.** Horário de captura dos indivíduos de todas as espécies de Papilionidae registradas entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012 no Morro Santana, Porto Alegre, RS. O número acima da linha indica o total de capturas por faixa de horário entre todas as amostragens realizadas.

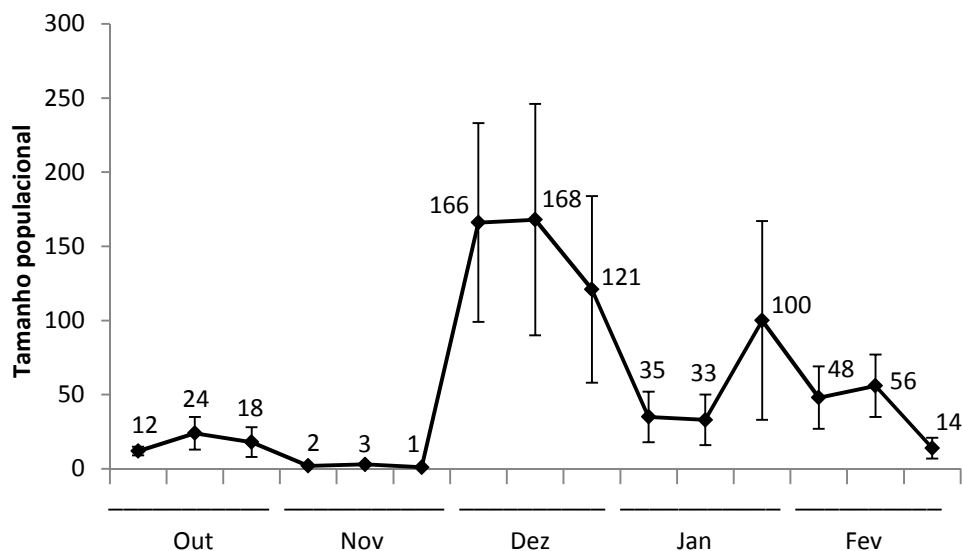
### 5.2.2. Dinâmica e estimativas de parâmetros populacionais

Como base nos dados obtidos por CMLR de todas as espécies registradas no MS, só foi possível estimar com confiabilidade os parâmetros populacionais de uma única espécie, *B. polystictus*.

Dentre todos os indivíduos capturados, 28 deles foram recapturados ao menos uma vez durante as amostragens. A eficiência de captura para *B. polystictus* variou pouco entre as ocasiões amostrais (mínimo de 27%, máximo de 52%), sendo a eficiência média de captura para a espécie igual a 32%.

O número de indivíduos de *B. polystictus* capturados/recapturados por dia variou entre 0 a 29 borboletas, gerando uma média de 6,16 indivíduos/dia. Assim como no JB, com base nesses registros, foi possível estimar o tamanho populacional a cada ocasião de amostragem conforme indicado na figura 15. A menor estimativa de tamanho populacional foi obtida para novembro de 2011 ( $1 \pm 0$  indivíduos) enquanto que a maior estimativa foi obtida para dezembro de 2012 ( $168 \pm 78$  indivíduos). De forma geral, nota-se um aumento nos tamanhos populacionais à medida que se chega próximo ao verão. Observa-se que no mês de dezembro houve um grande aumento populacional e outro menor aumento em janeiro, no último dia de amostragem nesse

mês. Logo após janeiro a população mostrou um decréscimo no tamanho populacional, com tendência de perda populacional em direção ao final do mês de fevereiro.



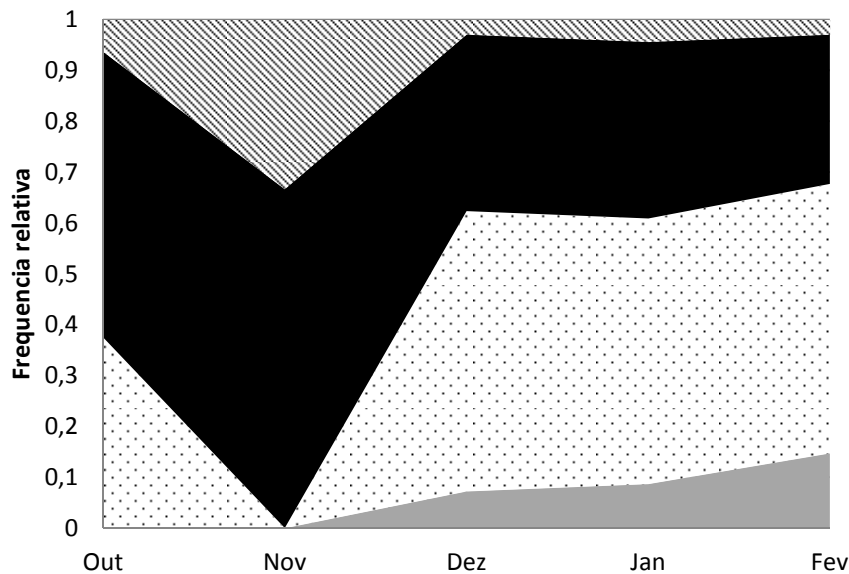
**Figura 15.** Estimativas dos tamanhos populacionais de *Battus polystictus* entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012 no Morro Santana, Porto Alegre, RS. As estimativas estão indicadas à cada ocasião de amostragem e foram obtidas através do modelo de Lincoln-Petersen, com correção de continuidade de Bailey. Pontos, estimativas dos tamanhos populacionais; barras verticais, erro padrão das estimativas.

O tempo de residência médio para os indivíduos da população de *B. polystictus* foi de 1,34 dias, com o máximo de permanência de 34 dias.

### 5.2.3. Estruturação etária, proporção sexual, atividade de voo e tamanho corporal

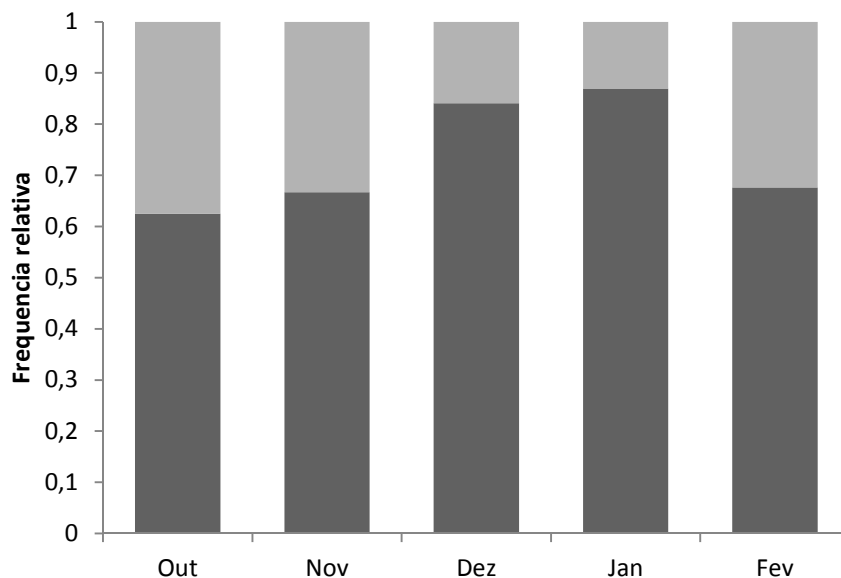
A estruturação etária das populações de *B. polystictus* ao longo das ocasiões de amostragem no MS pode ser vista na figura 16. De modo geral, observou-se que as classes etárias predominantes nas populações foram de intermediários no mês de novembro, e de jovens a partir de dezembro. Os indivíduos intermediários predominaram no mês de novembro, chegando a representar 65% do total capturado. Ainda em novembro, a proporção de indivíduos "velhos" apresenta a proporção mais

elevada de todos os meses amostrados. Observou-se que esta classe foi diminuindo em proporção, dando lugar aos indivíduos teneis e jovens que começaram a ser capturados a partir de dezembro. Com o recrutamento de classes mais jovens (teneis, jovens e intermediários) os indivíduos velhos foram diminuindo nas amostragens seguintes, caracterizando então uma nova estruturação populacional.



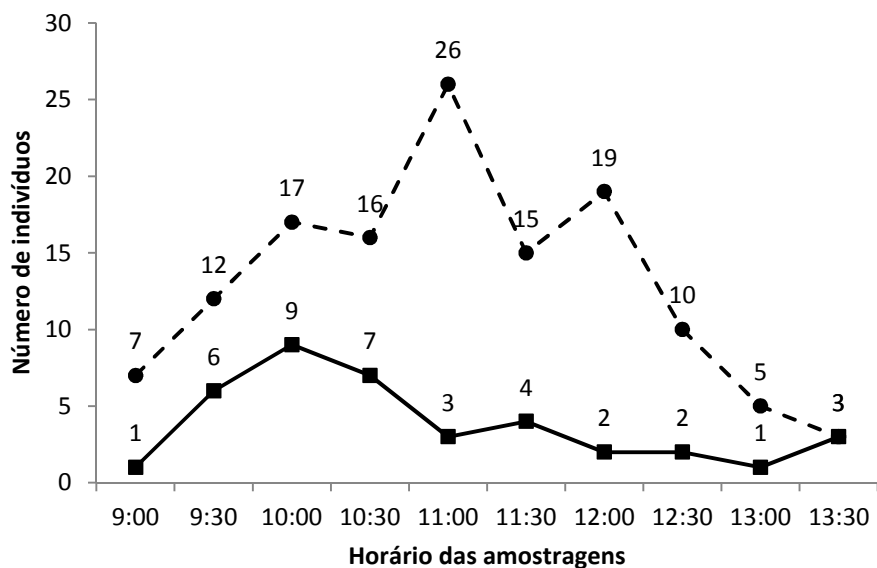
**Figura 16.** Estrutura etária das populações *Battus polystictus* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Morro Santana, Porto Alegre, RS. As proporções entre as diferentes classes etárias estão expressas em frequência relativa. Classes etárias: tenel – cinza, jovem – pontos, intermediário - preto; velho – hachurado.

A relação entre a quantidade de machos e fêmeas capturados por ocasião de amostragem no MS na população de *B. polystictus* pode ser vista na figura 17. Foram capturados 113 machos e 32 fêmeas. A razão sexual encontrada foi bastante desviada em favor dos machos, revelando uma relação de 3,53 machos para cada fêmea. A diferença entre a proporção de machos e fêmeas foi estatisticamente significativa ( $\chi^2=45,248$ ,  $p<0,0001$ ). Em geral, os machos dominaram as capturas em todos os meses de coleta.



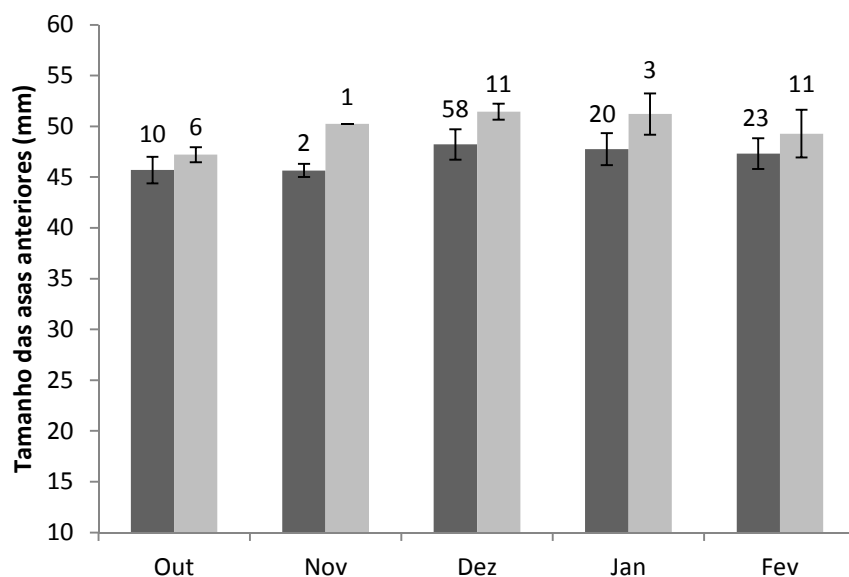
**Figura 17.** Proporção sexual relativa das populações de *Battus polystictus* entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012, no Morro Santana, Porto Alegre, RS. Machos, colunas escuras; fêmeas, colunas claras.

Com relação à atividade de voo de machos e fêmeas, o padrão observado para a espécie pode ser visualizado na figura 18. Os machos começam a voar mais cedo que as fêmeas, apresentando maiores abundâncias entre às 9h30 e 12h00. Já as fêmeas iniciaram suas atividades às 9h30, apresentando picos de atividade entre às 10h00 e 10h30 e diminuindo perto do meio dia, próximo às horas mais quentes do dia. Os machos diminuíram suas atividades de voo neste período.



**Figura 18.** Atividade de voo dos indivíduos de *Battus polystictus* capturados ao longo dos horários de amostragem realizados no Morro Santana, Porto Alegre, RS, entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012. Machos, linha tracejada; fêmeas, linha sólida. Os números acima das linhas representam a quantidade de indivíduos registrados a cada faixa de horário amostrada.

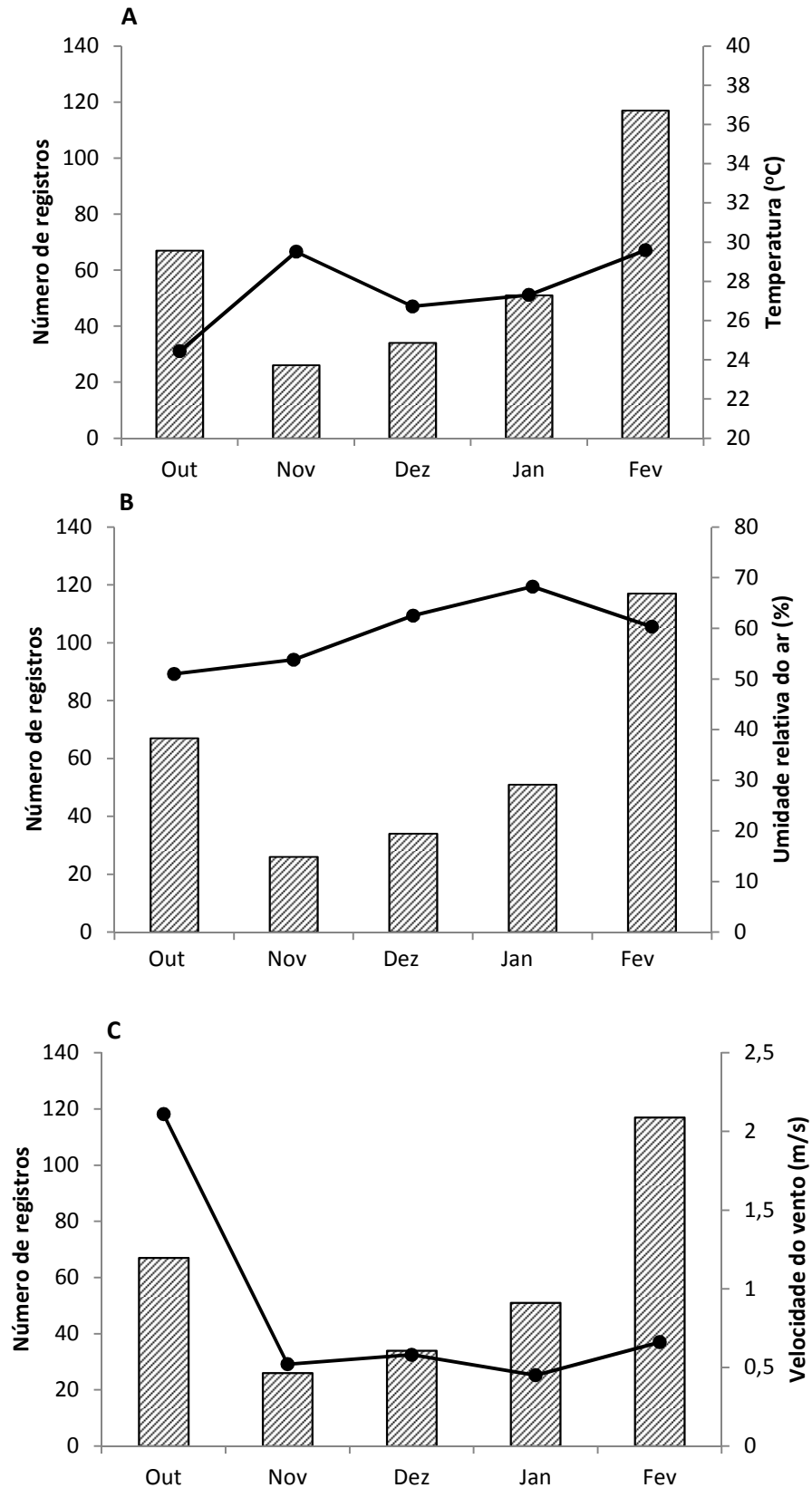
O tamanho corporal médio das populações de *B. polystictus* pode ser visto na figura 19. De modo geral, o tamanho dos indivíduos variou pouco entre os meses de amostragem. Esses resultados sugerem que as diferenças sazonais nas amplitudes climáticas e/ou disponibilidade de plantas hospedeiras no MS não influenciaram significativamente o tamanho corporal dos indivíduos, assim como observado para *B. polydamas* no JB. O tamanho dos machos variou entre 42,25 e 52,03 mm (média de 47,57mm), enquanto que o tamanho das fêmeas oscilou entre 45,22 e 53,89 mm (média de 49,68). Em média, o tamanho das fêmeas foi significativamente maior do que o tamanho dos machos ( $t=5,2261$ ;  $p<0,0001$ ).



**Figura 19.** Tamanho médio das populações de *Battus polytictus* entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012 no Morro Santana, Porto Alegre, RS. Machos, colunas escuras; fêmeas, colunas claras. As barras no topo de cada coluna representam o erro padrão. Os números acima das barras de erro indicam o número total de indivíduos em cada categoria.

#### 5.1.4. Relação entre a presença de indivíduos e variáveis climáticas

A relação entre o registro de ocorrência de indivíduos e algumas variáveis climáticas limitantes para a presença de borboletas também foi estudada no MS (figura 20). Entre as três variáveis climáticas estudadas, temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, e o número de indivíduos registrados por ocasião amostral, não foi encontrada nenhuma correlação significativa quando foi considerada cada uma das ocasiões amostrais individualmente ( $r_{temp}=0,0316$ ,  $t=0,2342$ ,  $p=0,8157$ ;  $r_{umid}=0,1337$ ,  $t=1,0004$ ,  $p=0,3215$ ;  $r_{vent}=-0,0953$ ,  $t=-0,7100$ ,  $p=0,4807$ ). O mesmo resultado foi obtido quando os dados foram analisados de maneira agrupada, considerando os blocos das três saídas mensais ( $r_{temp}=-0,8000$ ,  $t=-1,8856$ ,  $p=0,1999$ ;  $r_{umid}=0,4000$ ,  $t=0,6172$ ,  $p=0,6000$ ;  $r_{vent}=-0,2000$ ,  $t=-0,2887$ ,  $p=0,8000$ ).



**Figura 20.** Relação entre o registro de indivíduos de família Papilionidae e variáveis climáticas limitantes à ocorrência de borboletas no Morro Santana, Porto Alegre, RS, entre outubro de 2011 e fevereiro de 2012. **A.** temperatura (°C), **B.** umidade (%) e **C.** velocidade do vento (m/s). Barras - número de indivíduos registrados mensalmente. Linhas - variáveis climáticas.

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1. Diversidade das espécies em ambos locais

Em relação à diversidade de borboletas observada no JB e MS, foram registrados 345 indivíduos, distribuídos em 12 espécies. No JB, foi detectada a dominância de uma única espécie, *B. polydamas* (70% das capturas), com as demais espécies apresentando baixas abundâncias. Já no MS a dominância mais marcante foi de *B. polystictus* (50% das capturas), sendo que três outras espécies, *P. anchises nephalion*, *B. polydamas* e *P. agavus*, apresentaram abundâncias correspondentes à 12%, 11% e 10% das capturas respectivamente.

Estes resultados corroboram os padrões observados nos trabalhos de Camargo (2006) e Castro (2008). Camargo (2006), analisando a composição de espécies de borboletas em seis áreas verdes do município de Porto Alegre encontrou que o MS apresentou a maior riqueza e a maior abundância de espécies, seguidos do Parque Saint'Hilare e Jardim Botânico. Comparando os resultados do presente trabalho e os de Camargo (2006) observa-se que a composição de espécies de papilionídeos registradas em ambas as áreas foi praticamente a mesma. Foram encontradas duas espécies não registradas por Camargo (2006) no JB (*B. polystictus* e *Parides bunichus*), além da ausência de registro de *Pterourus scamander scamander*. No MS, Camargo (2006) não registrou a ocorrência de *H. astyallus* e *P. bunichus* durante as amostragens, que foram realizadas entre 2003 e 2004. Castro (2008), investigando a diversidade de borboletas nos morros graníticos de Porto Alegre, encontrou uma composição de espécies semelhante à registrada neste trabalho, com exceção dos registros de *Mimoides lysithous eupatorion* e *P. scamander scamander*.

Apesar do JB e MS serem ambientes distintos em termos de fisionomia e manejo, a riqueza de espécies de Papilionidae entre as duas localidades não diferiu



significativamente ( $\chi^2=0,0481$ ;  $p=0,8278$ ). Contudo, as abundâncias relativas das espécies diferiram bastante. Os resultados obtidos sugerem que a estrutura e composição da vegetação possuem um importante papel na distribuição e ocupação das espécies especialistas, como *M. lysithous eupatorion* e *E. corethrus*, e fazendo pouca diferença para espécies com maiores plasticidades ecológicas, como *H. astyalus* e *B. polydamas*.

De acordo com a compilação de dados sobre a família Papilionidae realizado por Santiago (2009), os morros graníticos de Porto Alegre, os Parques Estaduais do Rio Grande do Sul e a região da Mata Atlântica no estado, são os locais com maior diversidade de Papilionidae no estado. Estes ambientes apresentam características fisionômicas do tipo florestal, sugerindo que áreas abertas possuam padrões de diversidade de Papilionidae com menor número de espécies e com populações menores. Considerando que as duas áreas estudadas neste trabalho apresentam ambientes compostos por fragmentos florestais em diferentes graus de conservação, sendo o MS bem mais preservado que o JB, não é surpreendente que se tenha encontrado uma composição diferente entre as áreas.

Para Camargo (2006) o MS e JB apresentaram-se como os locais de maiores riquezas e abundância de espécies de borboletas. O padrão de espécies encontrado no JB pode ser comparado aos resultados obtidos por Schwartz & Di Mare (2001), que estudaram os padrões de diversidade de papilionídeos na cidade de Santa Maria (RS). Neste trabalho é sugerido que as espécies de Papilionidae se distribuem em três grandes grupos dentro da cidade, basicamente em função das suas preferências ecológicas. O primeiro grupo, formado por Troidini em que ocupam habitats preferencialmente de interior de mata, tem como representantes *P. agavus*, *P. anchises nephalion*, *P. bunichus perrhebus* e *B. polydamas* (sendo essa última extremamente plástica em seus hábitos ecológicos). O segundo grupo, composto por espécies encontradas no interior de mata, tem como representantes *B. polystictus*, *H. hectorides*, *H. astyallus*, *M. lysithous. rurik* e *M. lysithous eupatorion*. O terceiro grupo, formado por espécies associadas a campos abertos ou ambientes urbanos, tem como representantes *H. thoas brasiliensis*, *H. astyallus*, *E. corethrus*, *H. anchisiades capys*, *Protesilaus helios* e *P. scamander*. As espécies do segundo grupo foram encontradas

principalmente no MS, enquanto que as espécies do terceiro grupo foram encontradas nas áreas abertas do JB (com exceção de *P. helios*).

A mesma composição de espécies foi encontrada no município de Guarapuava e arredores, no estado do Paraná (Dolibaina *et al.* 2011). Nesta região a temperatura média anual é de 17,1°C e precipitação média anual de 1.923 mm, um clima bastante similar a Porto Alegre (ver fig. 1). No mesmo estado, na cidade de Curitiba, em estudo realizado por Bonfatti (2011), também foi encontrada uma composição parecida à observada no JB, com a presença de *B. polydamas*, *B. polystictus*, *P. agavus*, *P. bunichus*, *H. anchisiades capys*, *H. hectorides* e *H. thoas brasiliensis*. Em Minas Gerais, a realização de um inventário de espécies de um fragmento de mata urbana registrou a ocorrência de *B. polydamas*, *H. anchisiades capys*, *H. thoas brasiliensis* e *P. anchises nephalion* entre março a novembro de 2001 (Silva *et al.* 2007). As espécies encontradas são referidas como espécies comuns de ambientes perturbados, com exceção feita à *P. anchises nephalion*, comumente encontrada em fragmentos de mata mais estruturada.

Estes achados concordam com Ruzszyk (1986a), que discute a ideia de que ambientes urbanos são locais favoráveis para borboletas com hábitos nectarívoros (onde estão incluídos os Papilionidae). O mesmo autor também discute a ideia de que ambientes urbanos servem de habitat para várias espécies e que a conservação de matas dentro e fora da malha urbana é essencial à conservação desta fauna. Essa proposta pode ser corroborada pelos padrões de riqueza de espécies de Papilionidae encontrada no JB e MS, que foi muito similar à encontrada em Unidades de Conservação existentes no estado do Rio Grande do Sul. Assim, a preservação de áreas verdes urbanas pode constituir um bom repositório populacional para a manutenção de assembleias de borboletas nos arredores de grandes cidades, ou ainda funcionar como corredores para indivíduos em deslocamento entre áreas naturais mais preservadas.

## **6.2. Influencia dos fatores climáticos na atividade das borboletas ao longo das amostragens**

De maneira geral, não foram encontradas correlações significativas entre nenhuma das três variáveis ambientais analisadas e o número de indivíduos capturados. Apesar dos resultados obtidos, é bastante conhecido que fatores climáticos variáveis, tais como temperatura, pluviosidade e insolação, influenciam diretamente o comportamento e dinâmica de populações naturais de insetos.

Diferentemente destes resultados, Paim & Di Mare (2002) sugerem que parâmetros climáticos, em especial a temperatura, influenciam diretamente o tamanho populacional das espécies. Esses resultados foram obtidos através da comparação entre capturas, recapturas, disponibilidade de flores e densidade populacional de *P. agavus*. Estes dados corroboram os comentários de Wolda (1988), que afirma que as variáveis climáticas, principalmente precipitação e temperatura, exercem influencia na distribuição e adaptação dos insetos.

Os resultados obtidos no presente trabalho para a relação clima-abundância, podem ser explicados pela metodologia empregada na mensuração das variáveis e na análise dos dados. A maioria dos trabalhos disponíveis na literatura relaciona a variação climática e abundância dos indivíduos em uma escala sazonal, ou ainda compara fenologia diária das espécies com a flutuação diária nas variáveis climáticas. Aqui, a coleta de dados foi limitada aos horários de realização do estudo, sempre entre às 9h00 e 13h00, período considerado ótimo para a atividade de borboletas diurnas não-crepusculares. Sendo assim, pode ser afirmado que durante o período ótimo de atividade das borboletas no JB e MS as variações climáticas não interferem significativamente no comportamento de forrageamento das espécies.

### 6.3. Flutuação do tamanho populacional

Em média, os tamanhos das populações variaram ao longo dos meses de amostragem, sendo os números populacionais de *B. polydamas* geralmente inferiores aos estimados para *B. polystictus*.

De acordo com Pinheiro (1987) não é simples determinar os mecanismos reguladores na dinâmica populacional das espécies baseando-se somente no comportamento dos insetos adultos. Entretanto, diversos trabalhos realizados com borboletas neotropicais utilizando de técnicas de CMLR têm gerado estimativas populacionais confiáveis. Sendo assim, com os dados apresentados aqui, é possível discutir algumas hipóteses sobre os fatores que influenciam as densidades populacionais dos papilionídeos nas áreas estudadas.

Com o curto tempo de amostragem realizado em ambas as áreas, que englobou apenas parte da primavera e do verão, não foi possível determinar um padrão de variação sazonal característico para as espécies estudadas. De acordo com Pinheiro (1987) diferenças acentuadas na dinâmica populacional das espécies de um mesmo local podem ocorrer naturalmente, sendo geralmente percebidas em amostragens de longa duração. Essas mudanças são detectadas especialmente quando os números populacionais variam abruptamente. Embora a coleta de dados do presente estudo não seja de longo prazo, como é o ideal para estudos de dinâmica populacional, os dados obtidos podem ser interpretados como “fotografias” populacionais dos meses de estudo, representando de forma isolada o comportamento das populações.

Em ambas as localidades as populações não apresentaram padrões estáveis ao longo do período de amostragem. Em geral, as populações apresentaram tendência de aumento no número de indivíduos com a aproximação do verão.

O pico populacional para *B. polystictus*, no MS, foi observado no início de dezembro, parecendo ser consequência do aumento gradativo dos números populacionais observado ao final da primavera. Como muitas espécies de Papilionidae apresentam comportamento de diapausa durante os meses frios do ano, a tendência no aumento das populações na primavera pode estar relacionada com quebra do estado de hibernação causada pelo aumento gradual da temperatura. Já para *B. polydamas*, o pico populacional foi observado mais tardiamente, tendo ocorrido em janeiro de 2012.

O aumento gradual nos números populacionais parece ter sido fruto de uma colonização-recrutamento gradual do JB, já que o segundo maior pico populacional foi observado em dezembro de 2011. Estes dados sugerem que a dinâmica de colonização-recolonização de áreas pelas duas espécies obedece a padrões diferentes. *Battus polydamas* parece ser mais dependente de comportamentos de dispersão provenientes de outras áreas, enquanto que *B. polystictus* dependeria mais do restabelecimento de populações locais em estado de diapausa.

Outro aspecto a ser considerado na dinâmica das populações é a disponibilidade das plantas hospedeiras para as larvas. Apesar de não ter sido analisada essa disponibilidade ao longo das amostragens, pode-se supor que a quantidade e tipo de alimento disponível pode ter exercido influência na abundância temporal dos adultos de *Battus* em ambas as localidades. Como exemplo de disponibilidade de plantas hospedeiras, pode ser citado a ocorrência de duas espécies da família Aristolochiaceae que são bastante comuns nas áreas estudadas. No JB, *Aristolochia sessilifolia* é hospedeira mais abundante, enquanto que no MS é *A. triangulares*. Tanto *B. polydamas* como *B. polystictus* utilizam *A. triangulares*, porém somente *B. polydamas* é capaz de utilizar *A. sessilifolia*. Situações semelhantes são comumente observadas em outras espécies, conforme foi demonstrado por Wolda (1978) em trabalhos com diferentes grupos de insetos.

Os padrões demográficos obtidos para as espécies de *Battus* analisadas apresentam características similares às observadas em outra espécie de Papilionidae estudada em uma região costeira do estado de São Paulo (Ramos & Freitas 2000). *Parides anchises nephalion* apresenta picos populacionais nos meses de dezembro e janeiro, como observado, respectivamente, em *B. polystictus* e *B. polydamas*. Estes padrões são parecidos também com os observados em populações de *Parides agavus* (Paim & Di Mare 2002). A população de *P. agavus* alcançou o tamanho máximo entre dezembro e janeiro, quando a temperatura foi mais elevada. Quando os níveis de precipitação passaram a ser mais baixos, ainda no verão, iniciou o declínio no número de indivíduos adultos na população. Os padrões observados nas espécies de *Battus* também são similares aos encontrados por Vasconcellos-Neto (1980) para algumas espécies de Ithomiinae do estado de São Paulo.

O tempo médio de residência dos indivíduos das populações analisadas foi de 1,38 dias para *B. polystictus* e 5,11 dias para *B. polydamas*. Esses valores são baixos se comparados com estimados para as populações de *P. anchises nephalion* (Ramos & Freitas 2000) e *P. burchellanus* (Beirão *et al.* 2012) (respectivamente 11,5 e 19,8 dias) e também se comparado a outras espécies de diferentes famílias de lepidópteros como *Aeria olena* e *Tithorea harmonia* (Freitas *et al.* 2001). A estimativa do tempo de residência é afetada diretamente pela dispersão dos adultos e indiretamente pela longevidade. Sendo assim, monitoramentos populacionais com grandes períodos de intervalo entre amostragens podem gerar estimativas de tempo de residência menores do que o esperado, já que os indivíduos residentes têm maior probabilidade de emigrar ou morrer entre as ocasiões amostrais. Essas condições podem explicar o baixo tempo de residência encontrado para as populações de *Battus*, assim como observado para populações de *Eurema elathea* (Vanini *et al.* 1999).

#### **6.4. Estruturação etária em função do tamanho populacional**

O conhecimento da estrutura etária é importante para entendimento da dinâmica de uma população, pois a distribuição de diferentes idades influencia diretamente o crescimento populacional. Com os dados da estrutura etária é possível construir tabelas de vida, que descrevem as taxas de mortalidade específica por idade, sobrevivência e expectativa de vida (Deevey 1947) e onde as taxas de crescimento também podem ser estimadas (Francini 2010).

A estruturação das classes etárias de *B. polydamas* no JB variou ao longo dos meses de amostragem, não ficando evidente nenhum padrão sazonal (fig. 8). De modo geral, as estruturações etárias mensais concordaram com as estimativas de tamanhos populacionais obtidas por CMLR. Os dados de novembro, período onde as amostragens iniciaram no JB, indicam que a população recém estaria se recuperando de um decréscimo populacional, já que as proporções de indivíduos jovens e tenerais foram pequenas se comparadas à quantidade de indivíduos intermediários. É provável que esse padrão tenha sido observado como consequência da longa e rigorosa estação fria de 2011, que apresentou médias de temperaturas inferiores à marca histórica para a região de Porto Alegre. A partir de dezembro, quando as temperaturas médias diárias

começaram a entrar em elevação, o crescimento populacional começou a ficar mais evidente. Esse comportamento fica claro pelas estimativas obtidas por CMLR, bem como pela estruturação etária da população, que apresentou proporções de indivíduos jovens e tenerais consideravelmente maiores do que as observadas em novembro. Em janeiro, quando *B. polydamas* apresentou os maiores números populacionais para o período estudado, a estruturação etária também apontou para uma maior complexidade populacional, sugerindo a ocorrência da estabilização entre as taxas de recrutamento de novos indivíduos e mortalidade. Já em fevereiro, as informações obtidas por CMLR e estruturação etária não foram concordantes. Enquanto as estimativas de tamanho populacional apontaram para um decréscimo no número de indivíduos, os dados de estruturação etária sugeriram uma taxa de recrutamento de novos indivíduos muito superior à taxa de mortalidade, o que indicaria uma população em crescimento. Uma vez que o erro padrão obtido para a estimativa do tamanho populacional para o período foi pequeno, é provável que a estruturação etária obtida para fevereiro tenha sido fruto de algum desvio nas classes capturadas, principalmente com relação à ausência de indivíduos intermediários.

Para as populações de *B. polystictus* no MS, a estruturação etária apresentou padrões gerais menos variáveis do que os observados para *B. polydamas* no JB. No início das amostragens no MS, que começaram em outubro, a população de *B. polystictus* apresentou características etárias típicas de uma população em decréscimo, com classes etárias intermediárias e velhas em altas proporções. Esse padrão foi concordante com as estimativas de tamanho populacional obtidas por CMLR, que indicaram números populacionais reduzidos. Em novembro, quando as estimativas obtidas por CMLR apontam um decréscimo acentuado no tamanho da população, as classes etárias mais velhas aumentaram enormemente em proporção, ao ponto de não terem sido registradas as classes mais jovens no mesmo período. Como mencionado anteriormente, novembro foi um mês com temperaturas médias inferiores às médias históricas na região de Porto Alegre, o que pode ter afetado o crescimento populacional. A partir de dezembro, quando os números populacionais começaram a aumentar, a estruturação etária indicou a mesma tendência de crescimento, sugerindo uma taxa de recrutamento de novos indivíduos superior à taxa de mortalidade, uma vez que a quantidade de indivíduos intermediários observados aumentou

consideravelmente no período. Em janeiro e fevereiro, as estruturações etárias foram bastante similares. Os padrões observados para os períodos sugerem uma estabilização entre as taxas de recrutamento e mortalidade, já que houve uma padronização entre as diferentes classes etárias registradas. Esse padrão também foi concordante com os dados de CMLR, já que os números populacionais variaram pouco entre janeiro e fevereiro, mantendo-se praticamente na mesma faixa de densidade populacional, com exceção feita para o final de janeiro. Porém, para esse período, o grande erro padrão obtido sugere que tenha havido uma superestimativa no tamanho da população.

### **6.5. Proporção sexual**

O excesso de machos observado nas amostragens de *B. polystictus* foi um resultado esperado, sendo este efeito bastante conhecido em borboletas que apresentam comportamento de busca ativa por parceiros (Ehrlich *et al.* 1984; Matsumoto 1985; Freitas 1993; Ramos & Freitas 1999, Francini *et al.* 2005). Já o desvio em favor das fêmeas observado para a população de *B. polydamas* não pode ser explicado sob a ótica da ecologia comportamental. No JB, uma das áreas utilizadas para as amostragens apresentava uma densidade bastante grande de uma das plantas utilizadas como hospedeira por *B. polydamas*, a *Aristolochia sessifolia*. Como essa planta apresenta hábito rasteiro e possui crescimento por estolões, preferindo áreas de campo, as fêmeas em atividade de oviposição eram facilmente avistadas à distância e capturadas.

Geralmente as proporções sexuais observadas em irmandades criadas em laboratório apresentam proporção 1:1 entre machos e fêmeas (Ferreira *et al.* 2006, Mega 2008), salvo casos onde exista protandria. Nas espécies em que a busca ativa por parceiros é a principal estratégia de acasalamento, os machos investem a maior parte do seu tempo na busca por fêmeas, enquanto as fêmeas passam a maior parte do tempo procurando plantas para oviposição. Dessa forma, os machos apresentam maior vagilidade se comparados às fêmeas, sendo avistados (e, por consequência, capturados) com maior frequência. Esse é o caso da maioria das espécies de Papilionidae (Tyler *et al.* 1994).



Relacionando a proporção sexual das populações de *Battus* estudadas e a frequência de recapturas dos diferentes sexos, observa-se que a quantidade de recaptura dos machos chega a ser 60% superior à das fêmeas. A baixa recaptura de fêmeas também foi encontrada por Erlich & Gilbert (1973) em populações de *Heliconius ethilla*, onde a porcentagem de recapturas dos machos chegou a ser de 65 % superior a das fêmeas. Essa tendência pode ser explicada com base no comportamento exibido pelos indivíduos logo após as capturas com rede entomológica (Erlich 1984). Segundo o autor, tendenciosidade amostral em favor dos machos ocorre pelo fato dos machos dispersarem menos após terem sido capturados. Enquanto os machos sentem mais o estresse causado pela captura, permanecem por mais tempo perto dos locais onde foram capturados, as fêmeas dispersam rapidamente para novos locais à procura de sítios mais seguros para oviposição após terem sido capturadas.

Saalfed & Araújo (1981), estudando *Heliconius erato phyllis* em uma reserva biológica nos arredores de Porto Alegre, não encontraram diferenças significativas entre as frequências de recapturas de diferentes sexos, sugerindo que as chances de capturas são iguais para ambos os sexos, apesar do comportamento ser diferenciado entre os sexos. Apesar de essas espécies fazerem parte do mesmo gênero seus comportamentos de forrageamento diferem significativamente. *Helicolius erato phyllis* apresentam grande fidelidade de habitat e altas taxas de residência, enquanto *H. ethylla* apresenta maior capacidade de voo e baixas taxas de residência. Sendo assim, taxas iguais de recaptura entre sexos diferentes são esperadas somente para populações altamente residentes.

## **6.6. Tamanho corporal**

A análise do tamanho corporal das populações de *Battus* do JB e MS mostrou que existe diferença entre os tamanhos corporais médios de machos e fêmeas nas duas espécies, apesar das diferenças serem pequenas. Em média, o tamanho das fêmeas foi significativamente maior do que o tamanho dos machos em *B. polystictus*, enquanto que os machos foram maiores que as fêmeas em *B. polydamas*. O desvio de tamanho em relação às fêmeas é conhecido para várias espécies de Lepidoptera, sendo geralmente associado à atividade de oviposição (Johnson & Triplehorn 2005). Entre as espécies que apresentam dimorfismo de tamanho, com fêmeas maiores que machos,

podem ser citadas: *Parides burchellanus* (Beirão et al. 2012), *Parides anchises nephalion* (Ramos & Freitas 2000), *Euptoieta hegesia* (Tourinho & Freitas 2009), *Heterosais edessa* (Freitas 1996) e *Pterourus philenor* (Lehnert 2008).

Situações inversas, onde o dimorfismo de tamanho é desviado em favor dos machos são raros em Lepidoptera (ver discussão em Mega 2008), sendo geralmente encontradas em espécies onde a seleção sexual favorece machos de tamanho maior. O resultado encontrado em *B. p. polydamas* foi inesperado e contraria todos os padrões observados em Papilionidae (Tyler et al. 1994), não sendo possível explicá-lo com o atual conhecimento da biologia da espécie.

A forma e o tamanho do corpo são um resultado entre a reprodução e o investimento em energia utilizada para crescer (Di Mare & Corseuil 2004). Esse investimento de energia muitas vezes está relacionado com a disponibilidade de recursos de um determinado habitat. De acordo com Schappert & Shore (1998), as variações no tamanho corporal estão correlacionadas com a qualidade nutricional das plantas para a alimentação dos imaturos, bem como a quantidade de alimento consumido. A plasticidade fenotípica do tamanho corporal em função da planta hospedeira utilizada foi estudada em detalhes para duas espécies de Nymphalidae, *H. erato phyllis* (Rodrigues & Moreira 1999, Jorge et al. 2011) e *Dryas iulia* (Mega 2008), mostrando que ambas espécies variam seu tamanho em função do recurso alimentar consumido. Estudos deste tipo para espécies de Troidini ainda não foram realizados, e informações precisas sobre a plasticidade fenotípica de tamanho para o grupo não são conhecidas.

Com relação ao uso de plantas hospedeiras nas espécies de *Battus* estudadas aqui, as únicas informações disponíveis citam as espécies de Aristolochiaceae que podem ser usadas pelas larvas, sem fazer qualquer menção ao desempenho dos imaturos nas diferentes fontes alimentares (Silva-Brandão & Solferini 2007). De acordo com esse trabalho, *B. polydamas* pode utilizar uma ampla variedade de plantas (29 espécies), enquanto *B. polystictus* apresenta menor plasticidade de uso de hospedeiras (5 espécies). Esses dados indicam que *B. polydamas* seja mais generalista do que *B. polystictus*, sugerindo que a primeira espécie esteja mais sujeita a variações de tamanho devido à variação de fonte alimentar do que sua co-irmã.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a grande influencia da vegetação sobre o ciclo biológico das borboletas, a diferença entre as duas assembleias encontradas no JB e MS muito provavelmente reflete a disponibilidade de recursos alimentares para adultos e imaturos. No JB, onde a paisagem é composta por áreas jardinadas, campos manejados e áreas naturais com interferência humana, as espécies de Papilionidae que lá ocorrem estão adaptadas as condições existentes. *Euryades corethrus*, que somente foi encontrada no JB, só usa *Aristolochia sessilifolia* como hospedeira, planta esta abundante nas áreas de campo. Já *Battus polydamas*, uma espécie generalista e com grande plasticidade ecológica, foi a única espécie capaz de atingir números populacionais relativamente altos.

Espécies mais exigentes, como *M. lysithous eupatorion*, *P. anchises* e *B. polydamas*, só apresentaram abundâncias maiores no MS, onde a encosta verde da área permitiu o desenvolvimento de uma mata hidrófila bem estruturada. Já *M. lysithous eupatorion*, que só foi encontrada no MS, usa espécies arbóreas de Annonaceae que somente são encontradas nas encostas de morros graníticos. *Parides anchises* prefere ambientes sombreados de interior de mato, com dossel acima de 10 metros de altura, condição restritiva que só foi observada no MS.

Com base nas abundâncias observadas, a área do MS parece constituir um refúgio urbano fundamental para a manutenção das populações de espécies da família Papilionidae. Provavelmente, este repositório seja mais importante para espécies especialistas ou com hábitos florestais. A presença de uma vegetação bem estruturada, propicia a manutenção de números populacionais mais elevados para espécies geralmente associadas a matas bem estruturadas e a espécies mais seletivas em suas fontes alimentares. Enquanto *B. polydamas* apresenta amplo uso de diferentes espécies de Aristolochiaceae (N=29), *B. polystictus* utiliza uma quantia menor de hospedeiras (N=5). Esta tendência poderia ainda ser extrapolada para as outras espécies de papilionídeos registrados no MS e JB. Assim, de acordo com a composição vegetacional das áreas, o MS permitiria a manutenção de maiores populações de espécies mais especialistas, enquanto que a composição do JB permitira a ocorrência de grandes populações de espécies generalistas.

Em geral, as características encontradas no JB e MS estão em conformidade com as características encontradas para outras espécies de Troidini ocorrentes em outras regiões do Brasil. Vale ressaltar que os parâmetros discutidos aqui se referem a monitoramentos de curta duração, e resultados conclusivos só podem ser obtidos com estudos de longa duração. Apesar disto, os dados apresentados aqui são inéditos e lançam luz sobre aspectos da biologia populacional de borboletas que nunca haviam sido estudadas no MS e JB através de CMLR. Estudos de maior duração são necessários para entender como a dinâmica de populações no JB e MS funciona ao longo das estações do ano.

Espera-se que os dados apresentados aqui inspirem novos estudos nas áreas verdes urbanas de Porto Alegre, principalmente no MS, um relicto natural de Mata Atlântica dentro da cidade, que possui um importante papel no contexto ecológico em Porto Alegre. O Morro Santana está preso dentro do anel de expansão urbana da região metropolitana e necessita urgentemente ser contemplado com ações de manejo e conservação. Somente assim as populações urbanas de borboletas poderão encontrar algum refúgio contra a crescente urbanização da região metropolitana de Porto Alegre

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayres, M., Ayres Júnior, M., Ayres, D.L. & Santos, A.A. 2007. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Ong Mamiraua. Belém, PA.
- Beirão, M.V.; Campos-Neto, F.C; Pimenta, I.A. & Freitas, A.V.L. 2012. Population Biology and Natural History of *Parides burchellanus* (Papilionidae: Papilioninae: Troidini), an Endangered Brazilian Butterfly. **Annal of the Entomological Society of America** **105**: 36-43.
- Begon, M. 1979. **Investigating Animal Abundance: Capture-recapture for biologists**. London. Edward Arnold. 97 p.
- Begon, M.; Townsend, C.R. & Harper, J.L. 2007 **Ecologia: De Indivíduos a Ecosystemas**. Porto Alegre, Artmed, 4 ed. 752 p.
- Blower, J.G; Cook, L.M & Bishop, J.A. 1981. **Estimating the size of animal populations**. London, George Allen & Unwin LTD. 126p.
- Bonfatti, D.; Di Mare, R.A. & Governardi, R. 2009. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea) from two forest fragments in northern Rio Grande do Sul, Brazil. **CheckList Journal of Species Lists and Distribution** **5**: 819 – 829.
- Bonfatti, D.; Leite, L.A.R.; Carlos, M.M.; Casagrande, M.M.; Mielke, E.C & Mielke, O.H.H. 2011. Riqueza de borboletas em dois parques urbanos de Curitiba, Paraná, Brasil. **Biota Neotropica** **11**: 247-253.
- Brown-Jr, K.S.; Damman, H.J & Feeny, P. 1981. Troidine swallowtails (Lepidoptera: Papilionidae) in southeastern Brazil: natural history and foodplant relationship. **Journal of Research on the Lepidoptera** **19**: 199-226.
- Brown-Jr, K.S. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, p.142-186. *In*: **História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Editora da Unicamp, Campinas. 321 p.

- Brown-Jr, K.S. & Freitas, A.V.L. 2002. Butterfly communities of urban forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: Structure, instability, environmental correlates, and conservation. **Journal of Insect Conservation** **6**: 217-231.
- Brown-Jr, K.S. & Freitas, A.V.L. 1999. Lepidoptera. p. 227-243. *In*: C.R.F. Brandão & E.M. Canello (Eds.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil. Invertebrados terrestres**. FAPESP, São Paulo. 279 p.
- Brussard, P. F.; Ehrlich, P. R. & Singer, M. C. 1974. Adult movements and population structure in *Euphydryas editha*. **Evolution** **28**: 408-415.
- Bustos, E.N. 2007. Biogeografia de los Rhopalocera de la Isla Martin Gacía, Provincia de Buenos Airesm ARG (Lepid: Rapilionoidea y Hesperioidea). **SHILAP Revista de Lepidopterologia** **35**: 289-309.
- Bueno, O. L. & Martins, S. M. A. 1986. Flora e vegetação espontânea do Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, Brasil. Fanerógamas herbáceas e arbustivas. **Iheringia Série Botânica** **35**: 5-23.
- Caldas, A. 1995. Population ecology of *Anae ryphea* (Nymphalidae): Immatures at Campinas, Brazil. **Journal of the Lepidopterist Society** **49**:234-245.
- Camargo, F. 2006. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) de seis áreas verdes de Porto Alegre, RS. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre. 122 p.
- Cappuccino, N. & Prince, P.W. 1995. **Population dynamics. New approaches and synthesis**. USA, Academic Press. 429 p.
- Castro, D.S. 2008. Diversidade de borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) em remanescentes naturais nos morros Graníticos de Porto Alegre, RS, Brasil. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, UFRGS. Porto Alegre. 133 p.
- Cook, L.M.; Frank, K. & Brower, L.P. 1971. Experiments on Demography of Tropical Butterflies. I. Survival Rate and Density in Two Species of *Parides*. **Biotropica** **3**: 17-20.

- Deevey, E.S. 1947. Life tables of natural populations of animals. **Quarterly Review of Biology 22**: 283-374.
- Di Mare, R.A. & Corseuil, E. 2004. Morfometria de Papilioninae (Lepidoptera, Papilionidae) ocorrentes em quatro localidades do Rio Grande do Sul, Brasil. III. Análise da forma das asas através de marcos anatômicos. **Revista Brasileira de Zoologia 21**: 847-855.
- Dolibaina, D.R.; Mielke, O.H.H. & Casagrande, M.M. 2011. Borboletas (Papilionoidea e Hesperoidea) de Guarapuava e arredores, Paraná, Brasil: um inventário com base em 63 anos de registros. **Biota Neotropica 11**: 341-354.
- Ehrlich, P.R. 1984. The structure and dynamics of butterfly populations. *In*: R.I. Vane Wright & P.R. Ackery. **The biology butterflies**. Academic Press, London.
- Ehrlich, P.R. & Gilbert, L.E. 1973. Population structure and dynamics of the tropic butterfly *Heliconius ethilla*. **Biotropica 5**: 69-82.
- Ferreira, A.A.; Garcia, R.N. & Araújo, A.M. 2006. Pupal Melanization in *Heliconius erato phyllis* (Lepidoptera: Nymphalidae): Genetic and Environmental Effects. **Genética 126**: 133-140.
- Fisher, R.A. & Ford, E.B. 1947. The spread of a gene in natural conditions in a colony of the moth *Panaxia dominula* L. **Heredity 1**: 143-174.
- Fortunato, L. & Ruzsczyk, A. 1997. Comunidades de Lepidóteros frugívoros em áreas verdes urbanas e extra-urbanas em Uberlândia, MG. **Revista Brasileira de Biologia 57**: 79-87.
- Francini, R.B. 1997. Software: Pacote de testes estatísticos em ecologia: Estimativas utilizando métodos CMLR.
- Francini, R.B. 2010. **Métodos para estudar ecologia de populações de borboletas**. Santos, SP, E-book Publicado pelo autor. 201 p.
- Francini, R.B.; Freitas, A.V.L & Brown-Jr, K.S. 2005. Rediscovery of *Actinote zikani* (D'Almeida) (Nymphalidae, Heliconinae, Acraeini): Natural, History, Population Biology and conservation of an Endangered butterfly in SE Brazil. **Journal of the Lepidopterist Society 59**: 134-142.

- Freitas, A.V.L.; Vasconcellos-Neto, J.; Vanini, F.; Trigo, J.R. & Brown-Jr, K.S. 2001. Population studies of *Aeria olena* and *Tithorea harmonia* (Nymphalidae, Ithomiinae) in southeastern Brazil. **Journal of the Lepidopterist Society** **55**: 150-157.
- Freitas, A.V.L. 1993. Biology and population dynamics of *Placidula euryanassa*, a relict ithomiine butterfly (Nymphalidae: Ithomiinae). **Journal of the Lepidopterist Society** **47**: 87-105.
- Freitas, A.V.L. 1996. Population biology of *Heterosais edessa* (Nymphalidae) and its associated Atlantic Forest Ithomiinae Community. **Journal of the Lepidopterist Society** **50**: 273-289.
- Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 2004. Plano Diretor do Jardim Botânico de Porto Alegre. Porto Alegre. **Publicações avulsas** : **12**. 100 p.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. (4): [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm) (último acesso em 10/03/2012).
- Hazel, W.N. 2002. The environmental and genetic control of seasonal polyphenism in larval color and its adaptive significance in a swallowtail butterfly. **Evolution** **56**: 342-348.
- Hasenack, H. *et al.* (Coord). 2008. Diagnóstico Ambiental de Porto Alegre: Geologia, Solos, Drenagem, Vegetação, Ocupação e Paisagem. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente. 2008. 84 p.
- Jolly, G.M. 1965. Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration – Stochastic Model. **Biometrika** **52**: 225-247.
- Johnson, N.F. & Triplehorn, C.A. 2004. **Introduction to the Study of Insects**. Belmont, Thompson Brooks Cole, 7 ed. 888 p.
- Jorge, L.R.; Cordeiro-Estrela, P.; Klaczko, L.B.; Moreira, G.R.P. & Freitas, A.V.L. 2011. Host-plant dependent wing phenotypic variation in *Heliconius erato*. *Biological Journal of Linnean Society* **102**: 765–774.



- Lehnert, M.S. 2008. The population biology and ecology of the *Homerus swallowtail*, *Papilio (Pterourus) homerus*, in the Cockpit Country, Jamaica. **Journal Insect Conservation 12**: 179–188.
- Lincoln, F.C. 1930. Calculating waterfowl abundance on the basis of banding returns. **United States Department of Agriculture Circular 118**: 1-4.
- Livi, F.P. 1998. Elementos do clima: o contraste de tempos frios e quentes. 73-78 p. *In*: Menegat, R.; Porto, M.L.; Carraro, C.C.; Fernandes, L.A.D. (eds.) **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Manly, B.F.L. & Parr, M.J. 1986. A new method of estimating population size, survivorship, and birth from capture-recapture data. **Transactions of the Society for British Entomology 18**: 81-89.
- Matsumoto, K. 1985. Population dynamics of the japanese clouded apollo *Parnassius glacialis* Butler (Lepidoptera: Papilionidae). I. Changes in population size and related population parameters for three successive generations. **Research Population Ecology 27**: 301-312.
- Mega, N.O. 2008. Variação sazonal de tamanho, morfometria e comportamento de acasalamento em *Dryas iulia alcionea* (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae) e suas implicações na evolução do dimorfismo sexual. **Tese de doutorado**. Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, UFRGS. Porto Alegre. 165 p.
- Menegat, R.; Porto, M.L.; Carraro, C.C.; Fernandes, L.A.D. (coords.). 1998. **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 228 p.
- Mielke, O.H.H., Mielke, C.G.C. & Casagrande, M.M. 2004. *Parides panthonus jaguare* (Foetterle) (Lepidoptera, Papilionidae) redescoberto em Minas Gerais, Brasil: sua identidade. **Revista Brasileira de Zoologia 21**: 9-12.
- Morais, A.B.B.de. & Brown-Jr, K.S. 1992. Larval foodplant and other effects on Troidine guild composition (Papilionidae) in southeastern Brazil. **Journal of Research on the Lepidoptera 30**: 19-37.

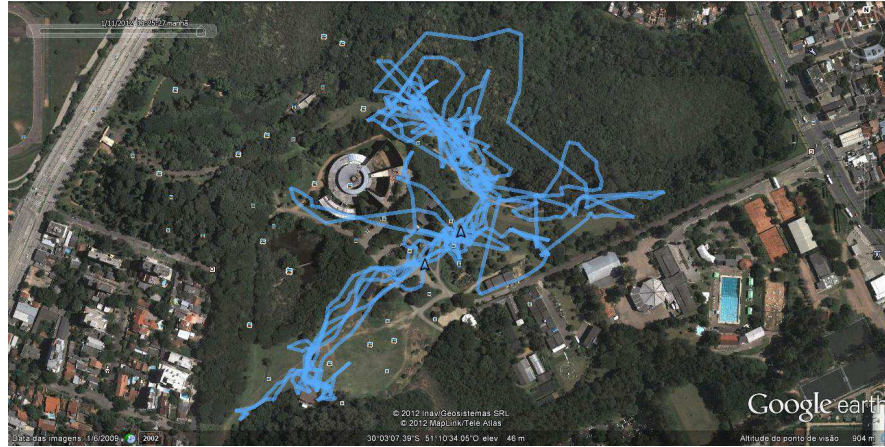
- Nimer, E. 1990. Clima. 151-187 p. *In: Geografia do Brasil : Região Sul 2*. IBGE(eds.) Rio de Janeiro.
- Paim, A.C. & Di Mare, R.A. 2002. Ecologia de papilionidae.I: Parâmetros biológicos e demográficos de *Parides agavus* (Papilioninae,Troidini) no sul do Brasil. **Biociências 10**: 33-48.
- Pinheiro, C.E.M. 1987. Dinâmica populacional e áreas de vida de *Heliconius erato* e *Heliconius ethilla* (Lepidoptera: Nymphalidae) em Campinas, SP. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas. 108p.
- Pinto, C.F.; Troncoso, A.J.; Urzúa, A. & Niemeyer, H.M. 2009. Aristolochic acids affect the feeding behaviour and development of *Battus polydamas archidamas* larvae (Lepidoptera: Papilionidae: Troidini). **European Journal Entomology 106**: 357–361.
- Pinto, A. S. & Motta, P. C. 1997. Dinâmica populacional de um grupo de borboletas transparentes (Lepidoptera: Nymphalidae: Ithomiinae). *In: L. Leite & C. H. Saito* (orgs. ) **Contribuição ao Conhecimento Ecológico do Cerrado**. Universidade de Brasília, Brasília.
- Porto, M.L; Meira, J.R.; Mohr, F.V.; Oliveira, M.L.A.A. 1998. Unidades de conservação ambiental. p. 79-92. *In: Menegat, R.; Porto, M.L.; Carraro, C.C.; Fernandes, L.A.D.* (coords.) **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre, Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Pollard, E. 1979. Population ecology and change in range of the White admiral *Ladoga Camilla* L. in England. **Ecological Entomology 4**: 61-74.
- Rambo, B. 2005. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. São Leopoldo. Ed.Unisinos. 3 Ed. 473 p.
- Ramos, R.R. & Freitas, A.V.L. 1999. Population biology and wing color variation in *Heliconius erato Phyllis* (Nymphalidae). **Journal of the Lepidopterists' Society 53**: 11-21.
- Ramos, R.R. & Freitas, A.V.L. 2000. Population Biology of *Parides anchises nephalion* (papilionidae) in a costal site in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology 61**: 623-630.

- Ricklefs, R.E. 2009. **A Economia da natureza**. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 503p.
- Ríos, O.M. & Canamero, A.B. Temporal and spatial segregation of *Battus devilliers* and *Battus polydamas cubensis* (Papilionidae) in La Habana, Cuba. **Journal of Research on the Lepidopterist 42**: 52-63.
- Rodrigues, D. & Moreira, G.R.P. 1999. Feeding preference of *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) in relation to leaf age and consequences for larval performance. **Journal of the Lepidopterists' Society 53**: 108-113.
- Romanowski, H.P. 1991. Population Ecology of *Pleuroptya ruralis* (Scopoli) (Pyralidae:Pyraustinae). **Tese de doutorado**. The University of Leeds. Inglaterra 198 p.
- Ruszczyk, A. 1986. Ecologia urbana de borboletas, I. O gradiente de urbanização e fauna de Porto Alegre,RS. **Revista Brasileira de Biologia 46**: 675-688.
- Ruszczyk, A. 1986a. Hábitos alimentares de borboletas adultas e sua adaptabilidade ao ambiente urbano. **Revista Brasileira de Biologia 6**: 419-427.
- Ruszczyk, A. 1986b. Mortality of *Papilio s. scamander* (Lep.,Papilionidae) pupae in four districts of Porto Alegre (S. Brazil) and causes of superabundance of some butterflies in urban areas. **Revista Brasileira de Biologia 46**: 567-569.
- Ruszczyk, A & Nascimento, E.S. 1999. Biologia dos adultos de *Methona themisto* (Hubner,1818) (Lepidoptera,Nymphalidae,Ithomiinae) em praças públicas de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia 59**: 577-583.
- Saalfed, K. & Araújo, A.M. de. 1981. Studies on the genetics and ecology of *Heliconius erato* (Lepidoptera, Nymphalidae). I:Demografy of natural population. **Revista Brasileira de Biologia 41**: 855-860.
- Santiago, C.S. 2009. Ocorrência, diversidade e recursos alimentares de Papilionidade (Lepidoptera) no sul do Brasil. **Monografia de bacharelado**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 33p.

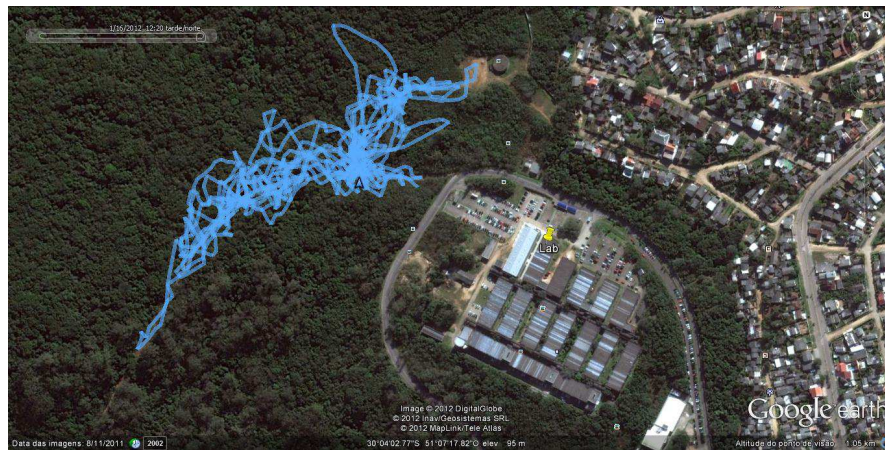
- Schappert, P. J. & J. S. Shore. 1998. Ecology, population biology and mortality of *Euptoieta hegesia* Cramer (Nymphalidae) on Jamaica. **Journal of the Lepidopterist's Society** **52**: 9-39.
- Schwartz, G. & Di Mare, R.A. 2001. Diversidade de quinze espécies de borboletas (Lepidoptera, Papilionidae) em sete comunidades em Santa Maria, RS. **Ciência Rural** **31**: 49-55.
- Seber, G.A.F. 1965. A note on the multiple-recapture census. **Biometrika** **49**: 339-349.
- Scriber, J.M. 1984. Larval foodplant utilization by the world Papilionidae (Lepidoptera): Latitudinal gradients reappraised. **Tokurana** **6-7**: 1-16.
- Scriber, J. M. 1995. Overview of swallowtail butterflies: taxonomic and distributional latitude. p. 3-20. *In*: J. M. Scriber, Y. Tsubaki, R. C. Lederhouse (eds). **Swallowtail Butterflies: their ecology and evolutionary biology**. Scientific Publishers, Gainesville, 459 p.
- Scriber, J. M.; Larsen, M.L.; Allen, G.R.; Walker, P.W. & Zalucki, M.P. 2008. Interactions between Papilionidae and ancient Australian Angiosperms: evolutionary specialization or ecological monophagy? **Entomologia Experimentalis et Applicata** **128**: 230–239.
- Scriber, J.M. & Sonke, B. 2011. Effects of diurnal temperature range on adult size and emergence times from diapausing pupae in *Papilio glaucus* and *P.canadensis* (Papilionidae). **Insect Science** **18**: 435-224.
- Silva, A.R.M.; Landa, G.G. & Vitalino, R.F. 2007. Borboletas (Lepidoptera) em um fragmento de mata urbano em Minas Gerais, Brasil. **Lundiana** **8**: 137-142.
- Silva-Brandão, K.L.; Freitas, A.V.L.; Brower, A.V.Z & Solferini, V.N. 2005. Phylogenetic relationships of the New World Troidini swallowtails (Lepidoptera: Papilionidae) based on COI, COII, and EF-1a genes. **Molecular Phylogenetics and Evolution** **36**: 468–483.
- Silva-Brandão, K.L. & Solferini, V.N. 2007. Use of host plants by Troidini butterflies (Papilionidae, Papilioninae): constraints on host shift. **Biology Journal of the Linnean Society** **90**: 247-261.

- Simonsen, T.J.; Zakharov, E.V.; Djernaes, M.; Cotton, A.M.; Vane-Wright, R.I. & Sperling, F.A.H. 2011. Phylogenetics and divergence times of Papilioninae (Lepidoptera) with special reference to the enigmatic genera *Teinopalpus* and *Meandrusa*. **Cladistics** **27**: 113-137.
- Solomon, M.E. 1980. **Dinâmica de populações**. Editora Pedagógica e Universitária Ltda. São Paulo. 78 p.
- Southwood. T.R.E. 1978. **Ecological methods with particular reference to the study of insect populations**. 2º Edition. New York. Halsted Press book. 524 p.
- Strelow, I.; A.H. Lamberts; Teixeira, E.C. & H.P. Romanowski. 1998. Análise da similaridade da lepidopterofauna de quatro locais no município de Porto Alegre, RS. **Congresso Brasileiro de Zoologia, Recife, PE**, Resumos, 136p.
- Teixeira, M.O. 2005. Inventário da fauna de borboletas em duas áreas na Reserva Biológica do Lami, Porto Alegre, RS. **Monografia de Bacharelado**. Universidade Luterana do Brasil, Canoas. 56p.
- Teston, J.A. & Corseuil, E. 1998. Lista documentada dos papilionídeos (Lepidoptera, Papilionidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências** **6**: 81-94.
- Tyler, H., Brown-Jr, K.S. & Wilson, K. 1994. **Swallowtail Butterflies of the Americas. A study in Biological Dynamics, Ecological Diversity, Biosystematics and Conservation**. Scientific Publishers, Gainesville. 375 p.
- Tourinho, J.L. & Freitas, A.V.L. 2009. Population biology of *Euptoieta hegesia* (Nymphalidae: Heliconiinae: Argynnini) in an urban área in Southeastern Brazil. **Journal of the Lepidopterist Society** **41**: 40-44.
- Townsend, C.R.; Begon, M & Harper, J.L. 2006. **Fundamentos em ecologia**. Porto Alegre. Artmed. 592p.
- Vanini, F.; Bonato, V. & Freitas, A.V.L. 1999. Polyphenism and population biology of *Eurema elathea* (Pieridae) in a disturbed environment in tropical Brazil. **Journal of Research on the Lepidoptera** **53**: 159-168.

- Vasconcellos-Neto, J. 1980. Dinâmica de populações de Ithomiinae (Lepidoptera:Nymphalidae) em Sumaré – SP. **Dissertação de mestrado**. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Campinas. 214 p.
- Wolda, H. 1978. Seasonal fluctuations in rainfall, food and abundance of tropical insects. **Journal of animal ecology** **47**: 369-381.
- Wolda, H. 1988. Insect seasonality: why? **Annual review of ecology and systematics** **19**: 1-18.
- Young, A.L.; Blum, M.S.; Fales, H.M. & Bian, Z. 1986. Natural history and ecological chemistry of the neotropical butterfly *Papilio anchisiades* (Papilionidae). **Journal of the Lepidopterist Society** **40**: 36-53.



**Apêndice I.** Detalhe da trilha percorrida no JB marcada através do aplicativo Endomondo Sports Tracker PRO e transmitidos ao Google Earth



**Apêndice II.** Detalhe da trilha percorrida no MS marcada através do aplicativo Endomondo Sports Tracker PRO e transmitidos ao Google Earth.



**Apêndice III.** Marcação nas asas das borboletas.

## **Anexo I.** Instrução aos autores.

### **REVISTA BRASILEIRA DE ENTOMOLOGIA**

A **Revista Brasileira de Entomologia** (RBE), órgão da Sociedade Brasileira de Entomologia (SBE), publica trabalhos científicos inéditos produzidos na área da Entomologia. A RBE mantém seções destinadas à divulgação de comunicações científicas, resenhas bibliográficas e notícias de interesse. A RBE eventualmente poderá publicar sessões contendo pontos de vistas ou revisões a convite da Comissão Editorial.

Para publicar na RBE pelo menos um dos autores deve ser sócio da SBE e estar em dia com a anuidade. No caso de nenhum dos autores ser sócio a taxa de publicação será de R\$ 50,00, para autores brasileiros e de US\$ 25, para estrangeiros, por página impressa; em ambos os casos para manuscritos com até três autores. Para manuscritos com mais de três autores a taxa de publicação será de R\$ 100,00 por página impressa, para brasileiros e de US\$ 50 para estrangeiros.

As pranchas coloridas terão um custo de R\$ 300,00 para os sócios nacionais e US\$ 150 para os estrangeiros. As pranchas podem ser publicadas em preto e branco na versão impressa e obtidas em cores, sem custo, na versão eletrônica (pdf) por meio da página eletrônica da RBE no SciELO ([www.scielo.br/rbent](http://www.scielo.br/rbent)).

Os trabalhos deverão ser preferencialmente redigidos em inglês. Manuscritos em outro idioma (português, espanhol) poderão ser aceitos para a publicação a critério da Comissão Editorial. Os manuscritos deverão ter, no máximo, 120 páginas incluindo as pranchas das figuras. Para manuscritos maiores, os autores deverão consultar a comissão editorial previamente à submissão.

#### **Forma e preparação de manuscritos**

Os manuscritos devem ser enviados online pelo endereço <http://submission.scielo.br/index.php/rbent/login>. O texto deve ser editado, de preferência, em Microsoft Word®, em página formato A4, usando fonte Times New Roman tamanho 12, espaço duplo entre as linhas, com margem direita não justificada e com páginas numeradas. Usar a fonte Times New Roman também para rotulagem das figuras e dos gráficos. Apenas tabelas e gráficos podem ser incorporados no arquivo contendo o texto do manuscrito.

O manuscrito deve começar com uma página de rosto, contendo: título do trabalho e nome(s) do(s) autor(es) seguido(s) de número(s) (sobrescrito) com endereço(s) completo(s), inclusive endereço eletrônico, e com respectivos algarismos arábicos para remissão. Não utilizar palavras escritas totalmente em maiúsculas, exceto nas indicações a seguir. Em seguida, apresentar ABSTRACT, com no máximo 250 palavras, com o título do trabalho em inglês e em parágrafo único; KEYWORDS, em inglês, em ordem alfabética e no máximo cinco. Na seqüência virá o RESUMO em português, incluindo o título e PALAVRAS-CHAVE,



em ordem alfabética e equivalentes às KEYWORDS. Devem ser evitadas palavras-chave que constem do título e do resumo do artigo.

No corpo do texto, os nomes do grupo-gênero e do grupo-espécie devem ser escritos em itálico. Os nomes científicos devem ser seguidos de autor e data, pelo menos na primeira vez. Não usar sinais de marcação, de ênfase, ou quaisquer outros. Conforme o caso (manuscritos de outra área, que não sejam de Sistemática, Morfologia e Biogeografia), a Comissão Editorial decidirá como proceder.

As referências devem ser citadas da seguinte forma: Canhedo (2004); (Canhedo 2003, 2004); (Canhedo 2004; Martins & Galileo 2004); Parra *et al.* (2004).

As figuras (fotografias, desenhos, gráficos e mapas) devem ser sempre numeradas com algarismos arábicos e, na medida do possível, na ordem de chamada no texto. As escalas devem ser colocadas na posição vertical ou horizontal. As tabelas devem ser numeradas com algarismos romanos e incluídas, no final do texto em páginas separadas. Se necessário, gráficos podem ser incluídos no arquivo do texto e, como as tabelas, deverão vir no final do texto. As figuras devem ser enviadas em arquivos suplementares, com, no mínimo, 300 dpi de resolução para fotos coloridas e 600 dpi para desenhos a traço e fotos branco e preto, em formato tiff ou jpeg de baixa compactação, sendo que os manuscritos que não atendam às configurações indicadas acima serão devolvidos. O tamanho da prancha deve ser proporcional ao espelho da página (23 x 17,5 cm), de preferência não superior a duas vezes. Para a numeração das figuras utilizar Times New Roman 11, com o número colocado à direita e abaixo. Isto só deve ser aplicado para as pranchas quando em seu tamanho final de publicação. A fonte Times New Roman deve ser usada também para rotulagem inserida em fotos, desenhos e mapas (letras ou números utilizados para indicar nomes das estruturas, abreviaturas etc.) e em tamanho apropriado de modo que em seu tamanho final não fique mais destacada que as figuras propriamente ditas. Fotografias (preto e branco ou coloridas) e desenhos a traço devem ser montados em pranchas distintas. A Comissão Editorial poderá fazer alterações ou solicitar aos autores uma nova montagem, bem como o envio de novos arquivos de figuras. As legendas das figuras devem ser apresentadas no arquivo de texto. O custo da publicação de pranchas coloridas deverá ser arcado pelos autores.

Os AGRADECIMENTOS devem ser relacionados no final do trabalho, imediatamente antes das Referências. Sugere-se aos autores que sejam sucintos e objetivos. Para as REFERÊNCIAS, adota-se o seguinte:

1. Periódicos (os títulos dos periódicos devem ser escritos por extenso e em negrito, assim como o volume do periódico):

Zanol, K. M. R. 1999. Revisão do gênero *Bahita* Oman, 1936 (Homoptera, Cicadellidae, Deltocephalinae). **Biociências** 7: 73-145.

Martins, U. R. & M. H. M. Galileo. 2004. Contribuição ao conhecimento dos

Hemilophini (Coleoptera, Cerambycidae, Lamiinae), principalmente da Costa Rica. **Revista Brasileira de Entomología 48**: 467-472.

Alves-dos-Santos, I. 2004. Biologia da nidificação de *Anthodioctes megachiloides* Holmberg (Anthidiini, Megachilidae, Apoidea). **Revista Brasileira de Zoologia 21**: 739-744.

## 2. Livros:

Michener, C. D. 2000. **The Bees of the World**. Baltimore, Johns Hopkins University Press, 913 p.

## 3. Capítulo de livro:

Ball, G. E. 1985. Reconstructed phylogeny and geographical history of genera of the tribe Galeritini (Coleoptera: Carabidae), p. 276-321. *In*: G. E. Ball (ed.). **Taxonomy, Phylogeny and Zoogeography of Beetles and Ants**. Dordrecht, W. Junk Publishers, 514 p.

## 4. Internet:

Geller-Grimm, F. 2008. Database Asilidae: Catalog of species. Disponível em: <http://www.geller-grimm.de/catalog/species.htm> (acessado em 19 de novembro de 2008).

Referências a resumos de eventos não são permitidas e deve-se evitar a citação de dissertações e teses.

Nas Comunicações Científicas o texto deve ser corrido sem divisão em itens (Material e Métodos, Resultados e Discussão). Inclua o Abstract e o Resumo seguidos das Keywords e Palavras-Chave.

A **RBE** encoraja os autores a depositarem voucher dos espécimes em museus ou colções permanentes de Universidades públicas. É aconselhável que os autores, no momento da apresentação, indicarem claramente no manuscrito onde o material deve ser depositado. Rotulagem e indicação adequada dos voucher dos espécimes são de responsabilidade dos autores.

Provas serão enviadas eletronicamente ao autor responsável e deverão ser devolvidas, com as devidas correções, no tempo solicitado.

O teor científico do trabalho assim como a observância às normas gramaticais são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). Para cada trabalho publicado serão fornecidas 10 (dez) separatas, independente do número de autores.

Sugere-se aos autores que consultem a última edição da revista para verificar o estilo e lay-out. Ao submeter o manuscrito o autor poderá sugerir até três nomes de revisores para analisar o trabalho, enviando: nome completo, endereço e e-

mail. Entretanto, a escolha final dos consultores permanecerá com os Editores.