



**SABRINA CAMPOS THIELE**

**USO DE *Passiflora* LINNAEUS POR *Dione moneta moneta* HÜBNER  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE: HELICONIINAE) E CONSEQUÊNCIAS  
PARA A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em  
Biologia Animal do Instituto de Biociências da Universidade  
Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para  
a obtenção do título de Mestre em Biologia Animal.

Área de Concentração: Biologia Comparada

Orientador: Prof. Dr. Gilson Rudinei Pires Moreira

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Porto Alegre

2012

**USO DE *Passiflora* LINNAEUS POR *Dione moneta moneta* HÜBNER  
(LEPIDOPTERA: NYMPHALIDAE: HELICONIINAE) E CONSEQUÊNCIAS  
PARA A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA**

**SABRINA CAMPOS THIELE**

Aprovada em

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Daniela Rodrigues

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Paula Beatriz de Araujo

---

Prof. Dr<sup>a</sup> Simone Mundstock Jahnke

“Mas é claro que o sol vai voltar amanhã, mais uma vez, eu sei...”  
“Espera que o sol já vem...”

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena acreditar no sonho que se tem...”  
“Ou que seus planos nunca vão dar certo...”  
“Ou que você nunca vai ser alguém...”

“Mas eu sei que um dia a gente aprende...”  
“Se você quiser alguém em quem confiar,  
Confie em si mesmo!”  
“Quem acredita sempre alcança...”

Renato Russo

Dedico este trabalho aos meus pais Liane e Miguel, aos quais devo a minha vida e tudo  
o que sou hoje. À minha querida Preta ♣: obrigada pelo teu amor incondicional!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao professor Gilson Moreira por ter aberto as portas do Laboratório de Morfologia e Comportamento de Insetos, pela sábia orientação que permitiu o desenvolvimento deste trabalho e que contribuiu imensamente para o meu crescimento como pesquisadora.

Ao Leandro Duarte (UFRGS) e Fernanda Brum (UFRGS) pela colaboração e desenvolvimento das análises biogeográficas. À Vidica Bianchi (Unijuí), Cristiane Loebens (Unijuí), César Sartori (IrDer-Unijuí) e Oscar Milcharek pelo apoio e presteza nas atividades piloto. Ao German San Blas (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Aridas, IADIZA, CCT-CONICET Mendoza), pelo auxílio com as informações referentes aos espécimes da Argentina.

Aos colegas de laboratório: Carolina Millán, Darli Massardo, Danessa Boligon, Denis Silva, Bruna Ramos e Rosângela Brito, pela imensa ajuda, presteza, amizade, parceria e discussões que certamente contribuíram muito para o desenvolvimento deste trabalho. Ao Kim Barão e Verônica Alves, pela amizade e imenso suporte em muitas atividades desenvolvidas.

Aos meus queridos amigos Daniela Rodrigues, Lucas Kaminski, Fábio Luis dos Santos e Oscar Milcharek pela amizade e pelo imenso apoio e incentivo na pesquisa durante a graduação. Ao André Freitas pela oportunidade de estágio na Unicamp e incentivo para o ingresso no mestrado.

Às minhas amigas e companheiras de moradia Daiana Castiglioni e Giovanna Cardoso, pelo apoio, convivência e amizade. A todos que sempre acreditaram em mim, me incentivaram e torceram por esta etapa da minha vida.

Ao Curso de Pós-Graduação em Biologia Animal pela oportunidade e apoio ao longo das atividades desenvolvidas no Curso de Mestrado. À Comissão de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pela bolsa de estudo concedida.

Aos meus pais Liane Thiele e Miguel Thiele, e ao meu irmão Róbson Thiele, pelo amor, carinho, apoio e compreensão nos tantos momentos distantes, pelo que sou hoje como pessoa e profissional.

Ao Eduardo Gehl, meu amigo e companheiro, pelo amor e compreensão acima de tudo. Por ter me confortado em todas as dificuldades e também compartilhado todas as alegrias. Por estar sempre na torcida e por nunca me deixar esquecer o lado bom das coisas. Por ter me emprestado o conforto da sua família maravilhosa que me acolhe como filha, neta e irmã em todos os momentos.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>1</b>
Generalidades sobre a interação inseto-planta.....	1
Passifloraceae.....	2
Heliconiini.....	4
A interação entre Heliconiini e Passifloraceae.....	6
<i>Passiflora morifolia</i> e herbívoros associados.....	7
Referências.....	9
<b>Capítulo 2: Uso de <i>Passiflora</i> Linnaeus por <i>Dione moneta moneta</i> Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae: Heliconiinae) e consequências para a distribuição geográfica.....</b>	<b>15</b>
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	19
Resultados.....	25
Discussão.....	37
Referências.....	43
<b>CAPÍTULO 3: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>52</b>
Apêndices.....	54

## RESUMO

A integração de estudos macro- (filogenia e biogeografia) e micro-evolutivos (ecologia, comportamento e genética de populações) são pré-requisitos para o entendimento das interações entre insetos fitófagos e plantas hospedeiras. Em contrapartida, são escassos os estudos que relacionam as distribuições entre herbívoros e suas plantas hospedeiras. Heliconíneos (Lepidoptera: Nymphalidae) são considerados oligófagos, alimentando-se de membros de Passifloraceae; porém, *Dione moneta* Hübner, um heliconíneo com ampla distribuição Neotropical, tem sido considerado uma exceção a esse respeito. Neste estudo, avaliamos o desempenho de *Dione moneta moneta* Hübner frente a diferentes espécies de passifloráceas que ocorrem no Rio Grande Sul (limite austral de distribuição de *D. m. moneta*), bem como a possibilidade de uso por outros heliconíneos (*Agraulis vanillae maculosa* Stichel, *Dryas iulia alcionea* Cramer e *Heliconius erato phyllis* Fabricius) frente à *Passiflora morifolia* Masters, a planta mais utilizada por *D. m. moneta*. Adicionalmente, com base em dados da literatura, museus e herbários, foi testada, por meio de uma modelagem / análise de caminhos, a existência de correlação entre as distribuições de *D. m. moneta* e as plantas hospedeiras potenciais. *Dione moneta moneta* apresentou 100% de mortalidade em seis das doze espécies avaliadas. A maior sobrevivência ocorreu em *P. morifolia* seguido de *Passiflora misera* Kunth e *Passiflora urubiciensis* Cervi. *Passiflora morifolia* conferiu maior performance em relação ao tempo de desenvolvimento larval e tamanho dos adultos. Nenhuma das outras espécies de heliconíneos testadas completou o desenvolvimento em *P. morifolia*. A distribuição de *D. m. moneta* foi positivamente correlacionada com a de *P. morifolia* (62%), o contrário do que ocorreu para as outras passifloráceas, mesmo quando consideradas em conjunto (4,7%). Além disso, a distribuição de *D. m. moneta* não foi influenciada significativamente pela variação de

outros fatores, incluindo os abióticos (temperatura e pluviosidade). Conclui-se, portanto, que a distribuição macro espacial de *D. m. moneta* é determinada preponderantemente por aquela de *P. morifolia*, a planta hospedeira que confere melhor desempenho a este herbívoro e que é efetivamente utilizada no limite sul de sua distribuição.

## CAPÍTULO 1

### INTRODUÇÃO GERAL

#### *Generalidades sobre a interação inseto-planta*

A interação entre insetos e plantas é um fenômeno bastante explorado em estudos de cunho ecológico-evolutivo, e parte disso deve-se a extraordinária diversidade e abundância de ambos os grupos que compreendem uma ampla proporção entre os organismos terrestres (MITTER *et al.* 1991, BERNAYS 1998). Uma ampla gama de estudos tem mostrado a influência das plantas na evolução dos insetos fitófagos, assim como estes provavelmente desempenharam um papel muito importante na evolução das mesmas. A utilização dos vegetais pelos insetos herbívoros não ocorre de forma indiscriminada; pelo contrário, a maioria destes é especializada em determinadas hospedeiras. Em muitos casos, há uma forte relação entre famílias e gêneros em particular, tanto de vegetais quanto de animais, sugerindo um processo de evolução paralela, entre os herbívoros e suas plantas hospedeiras (EHRLICH & RAVEN 1964, STRONG *et al.* 1984, FUTUYMA 2000).

As plantas apresentam alta diversidade de características, tanto químicas quanto morfológicas, que podem influenciar sua escolha como hospedeiras pelos herbívoros. A superfície aérea apresenta uma variedade de texturas, tricomas, pigmentos, secreções, etc. Tais características refletem supostamente diversas pressões seletivas exercidas pelo ambiente, e muitas delas têm evoluído fora do complexo de interações entre plantas e insetos, em relação aos fatores abióticos por exemplo. Entretanto, os insetos têm impacto reconhecido sobre a produtividade vegetativa das plantas, e portanto, muitas estruturas e atributos químicos das superfícies destas estão funcionalmente relacionados à defesa (JEFREE 1986, SOUTHWOOD 1986, BERNAYS & CHAPMAN 1994).

Por outro lado, os insetos herbívoros desenvolveram estratégias comportamentais durante a alimentação, que podem ou não ser limitadas ou influenciadas por atributos das plantas hospedeiras (HOCHULI 2001). Dentre essas, está a amplitude da dieta, que pode ser muito ampla, incluindo o consumo de espécies de plantas de famílias diferentes (polifagia), uma pequena variedade de espécies de uma mesma família (oligofagia) ou apenas uma ou poucas espécies aparentadas até o nível de gênero (monofagia) (SCHOONHOVEN *et al.* 2005). Entretanto, a especialização tem sido considerada mais vantajosa em relação a dietas generalistas, pelo potencial aprimoramento de habilidades na exploração de um tipo específico de alimento (BERNAYS 1998).

Muitos insetos ovipositam em plantas hospedeiras adequadas para o desenvolvimento. Entretanto, nem sempre existe correlação entre a preferência de oviposição das fêmeas e a performance larval (THOMPSON 1988). A seleção envolve não apenas a escolha de espécies de plantas hospedeiras, mas também em nível intra-específico, frente à adequação ou não da qualidade de cada indivíduo e/ou partes deste (BERNAYS & GRAHAM 1988, BERNAYS & CHAPMAN 1994). Além disso, a seletividade em relação às plantas hospedeiras varia entre as fases do desenvolvimento do herbívoro. Para insetos em que as fases imaturas não sejam capazes de procurar hospedeiros alternativos, há uma dependência exclusiva da escolha de sítios de oviposição pela fêmea. Deste modo, a seleção de plantas hospedeiras adequadas depende dos fatores que influenciam o comportamento de oviposição (SINGER 1986).

### *Passifloraceae*

Espécies de Passifloraceae, em sua maioria, constituem-se de lianas herbáceas ou lenhosas, com gavinhas, menos freqüentemente representados por arbustos ou árvores

(SOUZA & LORENZI 2008). A família é composta por 18 gêneros e cerca de 630 espécies, distribuídas nas zonas tropicais e subtropicais. Dos cinco gêneros que ocorrem no continente americano, *Passiflora* Linnaeus composto de dois subgêneros [*Passiflora* Linnaeus e *Decaloba* (DC.) Rchb.], compreende aproximadamente 400 espécies ocorrentes no Novo e Velho Mundo (DEGINANI 2001). Este gênero é o mais comum da família na flora brasileira, podendo ser encontrado principalmente em bordas de florestas (SOUZA & LORENZI 2008).

Para o Rio Grande do Sul (RS), existem registros de 15 espécies de *Passiflora* de ocorrência natural: *P. actinia* Hook, *P. amethystina* J. C. Mikan, *P. caerulea* L., *P. capsularis* L., *P. edulis* Sims, *P. eichleriana* Masters, *P. elegans* Mast., *P. foetida* L. var. *nigelliflora* (Hook.) Mast., *P. misera* Kunth, *P. morifolia* Mast. (= *Passiflora warmingii* Mast.), *P. organensis* Gardner, *P. suberosa* L. ssp. *litoralis* (Kunth) Porter-Utley, *P. tenuifila* Killip, *P. urnifolia* Rusby e *P. urubiciensis* Cervi. E, uma espécie de ocorrência subespontânea: *P. alata* Curtis (MONDIN *et al.* 2011).

*Passiflora morifolia*, um dos maracujás nativos do RS, é uma das 18 espécies pertencentes à seção *Pseudodysosmia* do subgênero *Decaloba*. Este grupo possui algumas características peculiares, tais como gavinhas fortemente espiraladas, aparência curcubitácea, corona unisseriada e dois nectários extraflorais grandes no pecíolo. Além destas, apresenta ainda como característica chave a presença de tricomas em forma de gancho, que é única dentro de *Passiflora*. A seção distribui-se desde o México, estendendo-se para a América Central e América do Sul e, tem como regra, a distribuição não simpátrica das espécies. Raramente quando espécies são encontradas em um mesmo local, estão em diferentes elevações ou associadas a diferentes vegetações. De fato, *P. morifolia* é a única espécie desta seção que ocorre na região sul da América do Sul (MACDOUGAL 1994).

Planta típica de bordas de matas, clareiras e campos, *P. morifolia* ocorre comumente próximo a correntes de água, bem como em ambientes secos, desde o nível do mar, até 1400 metros de altitude (DEGINANI 2001). Tem sido registrada desde a Guatemala até o sul do Brasil (MACDOUGAL 1994), sendo a sua distribuição geográfica disjunta nas Américas (MOREIRA *et al.* 2011). Segundo estes autores, *P. morifolia* é encontrada em grupos nas sub-regiões do Chaco e Paraná. Entretanto, é considerada menos abundante em relação a outras espécies de passifloráceas (SACCO 1980, CERVI 1990).

Quanto à fenologia, *P. morifolia* floresce de janeiro a abril e frutifica de fevereiro a maio (MONDIN *et al.* 2011). Em ambientes sazonais, esta espécie passa por um período de dormência no inverno, na qual ocorre morte da parte aérea, permanecendo apenas as raízes que são espessas e atuam como órgão de armazenamento de substâncias de reserva durante essa fase (MACDOUGAL 1994).

#### *Heliconiini*

Os heliconíneos, popularmente conhecidos como borboletas do maracujá, distribuem-se na região Neotropical e representam um dos mais conhecidos e trabalhados grupos de lepidópteros (BROWN 1981, PENZ 1999). Os adultos são conhecidos pela coloração aposemática, participação em anéis miméticos e variabilidade geográfica, sendo utilizados como modelos de estudos com enfoque ecológico-evolutivo há mais de um século (*e.g.*, BROWN 1981, BROWER 1994, BROWER & EGAN 1997, PENZ 1999, PENZ & PEGGIE 2003, BELTRÁN *et al.* 2007, BROWER 2010). Para Heliconiini, são reconhecidas cerca de 70 espécies distribuídas em dez gêneros (LAMAS 2004).

De acordo com LAMAS (2004), o gênero *Dione* Hübner, [1819] é composto por três espécies: *D. juno* (Cramer, 1779) com distribuição ao longo da América Central, grande

parte da América do Sul e nas Antilhas (EMSLEY 1963, BROWN & MIELKE 1972, DEVRIES 1987); *D. glycera* (C. Felder & R. Felder, 1861) com ocorrência na América do Sul, na Cordilheira dos Andes, da Venezuela a Argentina (EMSLEY 1963); e, *D. moneta* Hübner, [1825], encontrada desde o sul dos Estados Unidos até o nordeste da Argentina e Uruguai (BIEZANKO 1949, EMSLEY 1963, GILBERT 1969, BIEZANKO *et al.* 1978).

Os adultos deste gênero apresentam características associadas que permitem diferenciá-los dos demais heliconíneos: as asas anteriores com a margem distal recortada, dorsalmente de coloração alaranjada, com manchas e barras pretas; ventralmente apresentam manchas prateadas (SILVA 2010). Em associação com outras espécies de heliconíneos, dentre elas *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758), *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) e *Eueides aliphera* (Godart, 1819) participam do anel mimético mülleriano “laranja” (EMSLEY 1963, GARCIA 1983, DEVRIES 1987).

*Dione moneta* é uma espécie migratória, com referências às populações da região Neártica (GILBERT 1969), sendo comum no final do verão e outono, ocorrendo em áreas abertas ou clareiras na região Neotropical (BROWN & MIELKE 1972). As subespécies conhecidas são: *D. m. poeyii* Butler, 1873, com distribuição na América Central e Norte; *D. m. butleri* Stichel, [1908], no norte da América do Sul e Andes e *D. m. moneta* Hübner [1825], com ocorrência mais austral (EMSLEY 1963) (Figura 1). No Brasil, *D. m. moneta* tem sido encontrada em populações disjuntas no sudoeste de Minas Gerais, oeste de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (BROWN & MIELKE 1972).

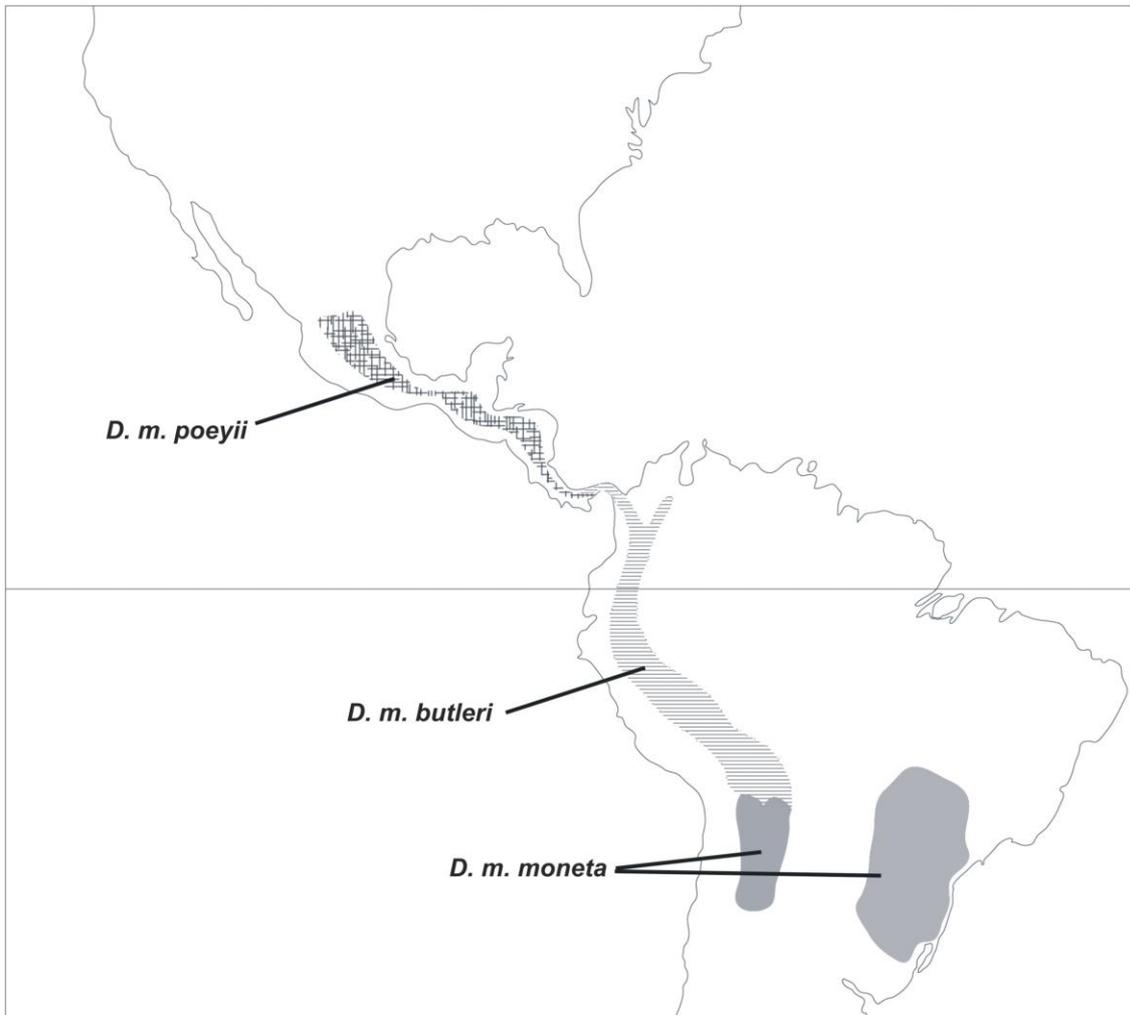


Figura 1. Mapa de distribuição de *Dione moneta moneta* (modificado de EMSLEY 1963).

#### *A interação entre Heliconiini e Passifloraceae*

Heliconíneos e passifloráceas representam um exemplo clássico em estudos de co-evolução e interação inseto-planta (GILBERT 1971, 1975, BENSON *et al.* 1975), no qual a planta é produtora de glicosídeos cianogênicos que atuam na defesa química contra herbívoros, com exceção dos heliconíneos, cujos adultos tornam-se impalatáveis a partir da incorporação destes compostos durante a alimentação no estágio larval (HEY-ROE & NATION 2007).

Além das defesas químicas, as passifloráceas desenvolveram diversos mecanismos de proteção contra o ataque de heliconíneos e outros insetos. Estes vão desde o

mimetismo de ovos para evitar a oviposição das fêmeas (GILBERT 1975, BENSON *et al.* 1975) até a produção de exudatos açucarados por nectários extraflorais, que atuam como defesas contra herbívoros, atraindo formigas mutualísticas predadoras de ovos e larvas, além de vespas que parasitam ovos (GILBERT 1975), dentre outros exemplos.

BENSON *et al.* (1975), em contrapartida, demonstraram que as borboletas desenvolveram diferentes comportamentos para sobrepujar as defesas desenvolvidas pelas plantas. GILBERT (1975), por exemplo, constatou alto grau de acuidade visual e sofisticação comportamental dos heliconíneos, tendo em vista que passifloráceas têm divergido em sua aparência e, até mesmo, mimetizado folhas de outras plantas tropicais com vistas a escapar da identificação pelas borboletas.

Estudos realizados por GILBERT (1971) e CARDOSO (2008) demonstraram ainda a eficiência de tricomas em forma de gancho (uncinados), que atuam como defesa mecânica em algumas espécies de *Passiflora*, e sugerem que a presença deste tipo de tricoma seja uma característica recente dentro do gênero. Tais defesas, altamente específicas, podem ser mais eficientes e vantajosas do que apenas a presença de compostos químicos deterrentes (GILBERT 1971).

#### *Passiflora morifolia* e herbívoros associados

De modo geral, dentre as espécies de heliconíneos é comum a utilização de mais de uma espécie de passiflorácea como hospedeira no estágio larval (DELL'ERBA *et al.* 2005). Entretanto, tem sido mencionada uma relação mais restrita com relação a *D. moneta*, que utiliza passifloráceas com tricomas em forma de gancho tais como *P. adenopoda* D.C., *P. lobata* (Killip) Hutch. e *P. morifolia* ao longo de sua distribuição (BENSON *et al.* 1975, BECCALONI *et al.* 2008). Tais passifloráceas, por apresentarem estas estruturas, parecem ser letais para larvas de herbívoros não especializados

(GILBERT 1971). Apenas duas espécies de heliconíneos têm sido registradas como herbívoras potenciais de passifloráceas com este tipo de tricoma: *D. moneta* e *Heliconius charithonia* (Linnaeus, 1767). Embora pouco explorado, é provável que ambas as espécies tenham desenvolvido mecanismos que lhes permitiram o sucesso na utilização destas hospedeiras (BENSON *et al.* 1975, CARDOSO 2008).

Com relação a *P. morifolia*, alguns autores têm mencionado sua utilização por cinco espécies de heliconíneos no Brasil: *D. m. moneta*, *A. vanillae*, *Dryadula phaetusa* (Linnaeus, 1758), *D. iulia* e *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758) (BECCALONI *et al.* 2008), entretanto tais registros não foram explorados de forma de intensiva; ou seja, a performance destes herbívoros nesta passiflorácea ainda não foi explorada. Extensivos estudos com o sistema Heliconiini-Passifloraceae no Rio Grande do Sul, até o presente momento, sugerem que *D. m. moneta* utiliza apenas *P. morifolia* como hospedeira e que não existem registros de outros heliconíneos como herbívoros desta passiflorácea (ARAÚJO & VALENTE 1981, GARCIAS 1983, BROWN 1992, DELL'ERBA *et al.* 2005, G.R.P. Moreira, comunicação pessoal).

Embora se reconheça que a distribuição dos insetos herbívoros é indiretamente determinada pelas plantas hospedeiras, poucos são os dados existentes, sejam experimentais ou não, que comprovam tal relação, sendo este tópico pouco explorado mesmo em obras de cunho abrangente na área de interação inseto-planta (*e.g.* STRONG *et al.* 1984, SCHOONHOVEN *et al.* 2005). Tal aspecto tem sido ultimamente abordado em relação a insetos especialistas, como por exemplo galhadores e minadores, no contexto espacial de suas meta-populações e adaptações locais (*e.g.*, EGAN & OTT 2007, GRIPENBERG *et al.* 2008). Desconhecemos, entretanto, que tal enfoque tenha sido adotado de forma abrangente para insetos folívoros de uma maneira geral. Segundo MOREIRA *et al.* (2011), existem evidências de que a distribuição das espécies de

heliconíneos seja positivamente correlacionada à distribuição das plantas hospedeiras potenciais no limite sul de suas distribuições na região Neotropical; ou seja, com aquelas de maior preferência e utilização. Considerando que informações preliminares existentes apontam para distribuições simpátricas de *D. m. moneta* e *P. morifolia* nessa área e sugerem que as larvas deste herbívoro utilizam exclusivamente esta passiflorácea como hospedeira, o presente trabalho teve como objetivos: 1) investigar a utilização de plantas hospedeiras potenciais por *D. m. moneta*, 2) verificar a aceitação de *P. morifolia* por outros heliconíneos tais como *Agraulis vanillae maculosa* Stichel, [1908], *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779) e *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775) que são simpátricos com *D. m. moneta*, bem como 3) avaliar a existência de correlação entre as distribuições geográficas de *D. m. moneta* e das passifloráceas testadas quanto a performance no limite sul de suas distribuições na região Neotropical.

#### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.M. & V.L.S. VALENTE. 1981. Observações sobre alguns lepidópteros e drosofilídeos do Parque Estadual do Turvo. **Ciência e Cultura** 33 (11): 1485-1490.
- BECCALONI, G.W.; A.L. VILORIA; S.K. HALL & G.S. ROBINSON. 2008. **Catalogue of the hostplants of the neotropical butterflies/ Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales**. Vol. 8. Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa (S.EA), 536p. (M3M series-Monografías Tercer Milenio).
- BELTRÁN, M.; C.D. JIGGINS; A.V.Z.BROWER; E. BERMINGHAM & J. MALLETT. 2007. Do pollen feeding, pupal-mating and larval gregariousness have a single origin in *Heliconius* butterflies? Inferences from multilocus DNA sequence data. **Biological Journal of the Linnean Society** 92: 221-239.

- BENSON, W.W.; K.S. BROWN JR. & L.E. GILBERT. 1975. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution** **29**: 659-680.
- BERNAYS, E.A. 1998. Evolution of feeding behavior in insect herbivores. **BioScience** **48**: 35-44.
- BERNAYS, E.A. & R.F. CHAPMAN. 1994. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York, Chapman & Hall, 312p.
- BERNAYS, E.A. & M. GRAHAM. 1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. **Ecology** **69** (4): 886-892.
- BIEZANKO, C.M. 1949. **Acraeidae, Heliconiidae et Nymphalidae de Pelotas e seus arredores (contribuição ao conhecimento da fisiografia do Rio Grande do Sul)**. Porto Alegre, Livraria do Globo, 16p.
- BIEZANKO, C.M.; A. RUFFINELLI & D. LINK. 1978. Catálogo de lepidópteros do Uruguai. **Revista do Centro de Ciências Rurais** **8**: 1-84.
- BROWER, A.V.Z. 1994. Rapid morphological radiation and convergence among races of the butterfly *Heliconius erato* inferred from patterns of mitochondrial DNA evolution. **Evolution** **91**: 6491-6495.
- BROWER, A.V.Z. 2010. Hybrid speciation in *Heliconius* butterflies? A review and critique of the evidence. **Genetica** **139** (5): 589-609.
- BROWER, A.V.Z. & M.G. EGAN. 1997. Cladistic analysis of *Heliconius* butterflies and relatives (Nymphalidae: Heliconiiti): a revised phylogenetic position for *Eueides* based on sequences from mtDNA and a nuclear gene. **Proceedings of the Royal Society of London** **264**: 969-977.
- BROWN, K.S.JR. 1981. The biology of *Heliconius* and related genera. **Annual Review of Entomology** **26**: 427-456.

- BROWN, K.S.JR. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, p. 142-187. *In*: MORELLATO, L.P.C. (Org). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas, UNICAMP/FAPESP, 322p.
- BROWN, K.S.JR. & O.H.H. MIELKE. 1972. The heliconians of Brazil (Lepidoptera: Nymphalidae). Part II. Introduction and general comments, with a supplementary revision of the tribe. **Zoologica** **57**: 1-40.
- CARDOSO, M.Z. 2008. Herbivore handling of a plant's trichome: the case of *Heliconius charithonia* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Passiflora lobata* (Killip) Hutch. (Passifloraceae). **Neotropical Entomology** **37**: 247-252.
- CERVI, A.C. 1990. Estudo sobre Passifloraceae I: Ocorrência de *Passiflora foetida* L. var. *nigelliflora* (Hooker) Masters e *Passiflora warmingii* Masters no Paraná, Brasil. **Acta Biológica Paranaense** **19**: 159-169.
- DEGINANI, N.B. 2001. Las especies argentinas del género *Passiflora* (Passifloraceae). **Darwiniana** **39**: 43-129.
- DELL'ERBA, R.; L.A. KAMINSKI & G.R.P. MOREIRA. 2005. O estágio de ovo dos Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, Série Zoologia **95**: 29-46.
- DEVRIES, P.J. 1987. **The butterflies of Costa Rica and their natural history. Papilionidae, Pieridae, Nymphalidae**. Princeton, Princeton University Press, 327p.
- EGAN, S.P. & J.R. OTT. 2007. Host plant quality and local adaptation determine the distribution of a gall-forming herbivore. **Ecology** **88**: 2868-2879.
- EHRlich, P.R. & P.H. RAVEN. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution** **18**: 586-608.

- EMSLEY, M.G. 1963. A morphological study of imago Heliconiinae (Lepidoptera, Nymphalidae) with a consideration of the evolutionary relationships within the group. **Zoologica** **48**: 85-130.
- FUTUYMA, D.J. 2000. Some current approaches to the evolution of plant-herbivore interactions. **Plant Species Biology** **15**:1-9.
- GARCIAS, G.L. 1983. **Aspectos da biologia de cinco espécies de heliconíneos do anel mimético “laranja” (Lepidoptera: Nymphalidae)**. Dissertação de Mestrado em Genética, UFRGS.
- GILBERT, L.E. 1969. On the ecology of natural dispersal: *Dione moneta poeyii* in Texas (Nymphalidae). **Journal of the Lepidopterists' Society** **23** (3): 177-185.
- GILBERT, L.E. 1971. Butterfly-plant coevolution: has *Passiflora adenopoda* won the selectional race with heliconiini butterflies? **Science** **172**: 585-586.
- GILBERT, L.E. 1975. Ecological consequences of a coevolved mutualism between butterflies and plants, p. 210-240. *In*: GILBERT, L.E.& P.H. RAVEN (Eds). **Coevolution of animals and plants**. Austin, The University of Texas, 246p.
- GRIPENBERG, S.; O. OVASKAINEN; E. MORRIËN & T. ROSLIN. 2008. Spatial population structure of a specialist leaf-mining moth. **Journal of Animal Ecology** **77**: 757-767.
- HAY-ROE, M.M. & J. NATION. 2007. Spectrum of cyanide toxicity and allocation in *Heliconius erato* and *Passiflora* host plants. **Journal of Chemical Ecology** **33**: 319-329.
- HOCHULI, D. 2001. Insect herbivory and ontogeny: How do growth and development influence feeding behavior, morphology and host use? **Austral Ecology** **26**: 563-570.

- JEFREE, C.E. 1986. The cuticle, epicuticular waxes and trichomes of plants, with reference to their structure, functions and evolution, p. 23-64. *In*: B. JUNIPER & R. SOUTHWOOD (Eds.) **Insects and the plant surface**. London, Edward Arnold, 360p.
- LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea - Papilionoidea. *In*: HEPPNER, J. B. (Eds.). **Atlas of Neotropical Lepidoptera. Volume. 5A**. Gainesville, Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers, 428p.
- MACDOUGAL, J.M. 1994. Revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba* section *Pseudodysosmia* (Passifloraceae). **Systematic Botany Monographs 41**: 1-46.
- MITTER, C.; B. FARRELL & D.J. FUTUYMA. 1991. Phylogenetic studies of insect-plant interactions: insights into the genesis of diversity. **Trends in Ecology and Evolution 6**: 290-293.
- MONDIN, C.A.; A.C. CERVI & G.R.P. MOREIRA. 2011. Sinopse das espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências 9**: 3-27.
- MOREIRA, G.R.P.; A. FERRARI; C.A. MONDIN & A.C. CERVI. 2011. Panbiogeographical analysis of passion vines at their southern limit of distribution in the Neotropics. **Revista Brasileira de Biociências 9**: 28-40.
- PENZ, C.M. 1999. Higher level phylogeny for passion-vine butterflies (Nymphalidae, Heliconiinae) based on early stage and adult morphology. **Zoological Journal of the Linnean Society 127**: 277-344.
- PENZ, C.M. & D. PEGGIE. 2003. Phylogenetic relationships among Heliconiinae genera based on morphology (Lepidoptera: Nymphalidae). **Systematic Entomology 28**: 451-479.
- SACCO, J.C. 1980. Passifloráceas. *In*: REITZ, R. (Ed.). **Flora ilustrada catarinense**. Itajai, Herbário Barbosa Rodrigues, 132p.

- SCHOONHOVEN, L.M.; J.J.A. LOON & M. DICKE. 2005. **Insect-plant biology**. New York, Oxford University Press, 421p.
- SILVA, D.S. 2010. **Identificação dos estágios de larva, pupa e adulto dos Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae, Heliconiinae) do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado em Biologia Animal, UFRGS, Porto Alegre.
- SINGER, M.C. 1986. The definition and measurement of oviposition preference in plant-feeding insects, p. 66-84. *In*: MILLER J.R. & T.A. MILLER (Eds.), **Insect-plant relations**. New York, Springer-Verlag, 342p.
- SOUTHWOOD, R. 1986. Plant surfaces and insects – an overview, p. 1-22. *In*: JUNIPER, B. & R. SOUTHWOOD (Eds.) **Insects and the plant surface**. London, Edward Arnold, 360p.
- SOUZA, V.C. & H. LORENZI. 2008. **Botânica sistemática. Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II**. 2ª edição. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 704p.
- STRONG, D.R.; J.H. LAWTON & R. SOUTHWOOD. 1984. **Insects on plants: community patterns and mechanisms**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 313p.
- THOMPSON, J.N. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 47: 3-14.

## CAPÍTULO 2

### **Uso de *Passiflora* Linnaeus por *Dione moneta moneta* Hübner (Lepidoptera: Nymphalidae: Heliconiinae) e consequências para a distribuição geográfica**

Artigo a ser submetido para Ecology

#### INTRODUÇÃO

São diversos os fatores que influenciam a escolha de plantas hospedeiras por insetos herbívoros, incluindo a abundância, fenologia, competição e defesas químicas e físicas impostas pelas plantas (STRONG *et al.* 1984, BERNAYS & CHAPMAN 1994, SCHOONHOVEN *et al.* 2005). Dentre as diferentes estratégias alimentares adotadas pelos insetos herbívoros, a restrição na amplitude da dieta tem sido considerada mais vantajosa, fato que pode estar relacionado à maior eficiência (metabólica e comportamental) e maior habilidade competitiva de especialistas (FOX & MORROW 1981, FUTUYMA & MORENO 1988, BERNAYS 1998). Ou seja, os generalistas são menos eficientes em suas atividades de forrageamento (BERNAYS *et al.* 2004), e por essa razão, são numericamente menos expressivos comparado aos especialistas (BERNAYS & GRAHAM 1988, SCHOONHOVEN *et al.* 2005). É conhecido há um longo tempo que, em muitos grupos de insetos, existe uma tendência para espécies aparentadas alimentarem-se de plantas também filogeneticamente relacionadas, e com química similar (EHRlich & RAVEN 1964, JANZ & NYLIN 1998). Neste sentido, a extrema especificidade da maioria dos insetos fitófagos para seus recursos alimentares é hipotetizada como um

resultado da co-evolução entre insetos e suas plantas hospedeiras (EHRlich & RAVEN 1964), ou co-especiação no contexto de FUTUYMA (2000). Dentre os exemplos clássicos e amplamente explorados em estudos de interação inseto-planta estão os heliconíneos, cujas larvas alimentam-se quase que exclusivamente de membros da família Passifloraceae (BENSON *et al.* 1975).

*Dione moneta* Hübner [1825], é um heliconíneo migratório, com distribuição geográfica Neotropical e grandes flutuações anuais na abundância populacional (GILBERT 1969), visto geralmente no final do verão e outono, em ambientes abertos (BROWN & MIELKE 1972, GARCIAS 1983, BROWN 1992). Entretanto, é uma espécie pouco abundante em relação à maioria das espécies de heliconíneos. Encontrada desde o sul dos Estados Unidos ao nordeste da Argentina e Uruguai (BIEZANKO 1949, EMSLEY 1963, GILBERT 1969, BIEZANKO *et al.* 1978, D'ABRERA 1984, MCCAFFREY 1984), é representada por três subespécies reconhecidas por LAMAS (2004): *Dione moneta poeyii* Butler, 1873, distribuída na América Central; *Dione moneta butleri* Stichel, [1908], no norte da América do Sul e Andes e *Dione moneta moneta* Hübner, [1825], com ocorrência mais austral.

Em geral, heliconíneos são considerados oligófagos, utilizando mais de uma espécie de *Passiflora* Linnaeus como hospedeira no estágio larval. Entretanto, *D. m. moneta* tem sido conceituada como mais específica (DELL'ERBA *et al.* 2005). Dentre as passifloráceas registradas como hospedeiras desta espécie ao longo de sua distribuição, estão *P. adenopoda* D.C., *P. lobata* (Killip) Hutch. e *P. morifolia* Masters (BENSON *et al.* 1975, BECCALONI *et al.* 2008). Segundo MACDOUGAL (1994), tais passifloráceas pertencem à seção *Pseudodysosmia*, do subgênero *Decaloba* (DC.) Rchb, cuja principal característica é a presença de tricomas em forma de gancho, que é única dentro de *Passiflora*. No limite sul de sua distribuição, outros autores têm mencionado a

utilização de *P. morifolia* Mast., bem como espécies adicionais, tais como *P. amethystina* J.C. Mikan, *P. misera* Kunth, e *P. caerulea* L. (BECCALONI *et al.* 2008); porém, estes registros não tiveram como base estudo relacionados à performance, que possam estabelecer uma relação efetiva de hospedeira-herbívoros, necessitando, portanto, serem confirmados. Segundo MACDOUGAL (1994), *P. morifolia* é a única espécie da sessão *Pseudodysosmia* que ocorre no sul da América do Sul e, com base em informações preliminares, apresenta distribuição disjunta, mas correspondente àquela de *D. m. moneta*. Observações em campo, em adição, sugerem que este heliconíneo utiliza apenas *P. morifolia* como hospedeira na região Sudeste e Sul do Brasil (ARAÚJO & VALENTE 1981, GARCIAS 1983, BROWN 1992, G.R.P. Moreira, comunicação pessoal).

Com relação à herbivoria em *P. morifolia*, além de *D. m. moneta*, outras quatro espécies tem sido registradas para Brasil: *Agraulis vanillae* (Linnaeus, 1758), *Dryadula phaetusa* (Linnaeus, 1758), *Dryas iulia* (Fabricius, 1775) e *Heliconius erato* (Linnaeus 1758) (BECCALONI *et al.* 2008). Entretanto, da mesma forma que os registros de hospedeiras de *D. m. moneta*, dados de performance destes herbívoros nesta passiflorácea são inexistentes. Por ora, dentre os estudos realizados com este sistema no estado do Rio Grande do Sul (RS), não existem registros de outras espécies de heliconíneos em *P. morifolia*, além de *D. m. moneta* (DELL'ERBA *et al.* 2005). Apenas duas espécies de heliconíneos têm sido registradas como herbívoros potenciais de passifloráceas com tricomas em forma de gancho: *Heliconius charithonia* (Linnaeus, 1767) e *D. moneta* (BENSON *et al.* 1975, MACDOUGAL 1994), as quais possivelmente apresentam mecanismos específicos para sobrepujar a defesa exercida por tais estruturas que, para as larvas de outras espécies de heliconíneos não especializadas, tem sido considerada letal (GILBERT 1971, CARDOSO 2008).

Com relação às distribuições, são escassos os estudos experimentais que relacionam a distribuição de plantas hospedeiras e seus herbívoros. MOREIRA *et al.* (2011) realizaram uma análise panbiogeográfica das passifloráceas no limite sul de distribuição neotropical na qual avaliaram a variação na distribuição geográfica das 15 espécies de maracujás de ocorrência natural no RS. Fizeram inferências, em caráter preliminar, sobre a variação obtida quanto à distribuição das passifloráceas em relação a da fauna de insetos herbívoros associada. Segundo os autores, existem evidências de que a distribuição das espécies de heliconíneos seja positivamente correlacionada à distribuição das plantas hospedeiras potenciais, ou seja, de maior preferência e utilização.

A integração de estudos macro- (filogenia e biogeografia) e micro-evolutivos (ecologia, comportamento e genética de populações) são pré-requisitos para um entendimento completo das interações entre fitófagos e plantas (MENKEN 1996). A relação de distribuição entre herbívoros e suas hospedeiras tem sido abordada de modo geral para insetos galhadores e minadores, no contexto espacial de suas metapopulações e adaptações locais (*e.g.* EGAN & OTT 2007, GRIPENBERG *et al.* 2008), entretanto, desconhecemos estudos abrangentes com este enfoque com relação à insetos folívoros.

Muitas espécies de insetos são raras e difíceis de encontrar em determinados locais ou períodos (SCHOONHOVEN *et al.* 2005), o que no caso de *D. m. moneta*, pode ser resultado da possível especialização e dependência em relação à planta hospedeira, restringindo portanto sua distribuição. Neste sentido, considerando a possível simpatria entre as distribuições de *D. m. moneta* e *P. morifolia* bem como a possível exclusividade na utilização desta passiflorácea como hospedeira, buscamos neste estudo responder três perguntas: 1) O desempenho de *D. m. moneta* é o mesmo frente às

passifloráceas existentes ao sul de sua distribuição geográfica? 2) *P. morifolia* é uma hospedeira viável para outras espécies de heliconíneos, tais como *Agraulis vanillae maculosa* Stichel, [1908], *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779) e *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775) as quais são simpátricas com *D. m. moneta*? 3) Existe correlação entre a distribuição de *D. m. moneta* e as plantas hospedeiras testadas quanto a performance?

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Plantas e Herbívoros*

Mudas de *P. morifolia* utilizadas nos experimentos foram coletadas no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), município de Augusto Pestana (28°25' S; 54°00' O), Rio Grande do Sul (RS), e transplantadas para uma casa de vegetação e jardim, existentes nas dependências do Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre (30°01' S; 51°12' O), RS, Brasil.

Para a obtenção das larvas utilizadas nos testes com as plantas hospedeiras, foram coletados ovos de *D. m. moneta*, em ramos de *P. morifolia* sob cultivo na UFRGS. Já para *A. v. maculosa*, *D. i. alcionea*, e *H. e. phyllis* as larvas foram provenientes de ovos obtidos pela criação de adultos. Estes foram coletados no Campus do Vale da UFRGS, mantidos com dieta semi-natural baseada em mel, pólen e água, na proporção 2: 1: 7, em gaiolas de voal (2x1,5x1,5m) contendo ramos de *P. suberosa* L. para oviposição (ver descrição em FERRO 1998).

### *Performance larval*

Para avaliação do desempenho, larvas de *D. m. moneta* (n = 20 por espécie de passiflorácea) foram transferidas individualmente, após a eclosão, para ramos das

seguintes passifloráceas, coletados em Porto Alegre e arredores: *P. morifolia*, *P. alata* Curtis, *P. amethystina*, *P. caerulea*, *P. capsularis* L., *P. edulis* Sims, *P. eichleriana* Mast., *P. elegans*, *P. misera*, *P. organensis* Gardner, *P. suberosa*, e *P. urubiciensis* Cervi. Seguindo o mesmo padrão, as larvas de *A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis* foram transferidas para ramos de *P. morifolia*, provenientes dos cultivos.

Os ramos das hospedeiras foram mantidos em garrafas plásticas de 500ml contendo água, amparados por um suporte de arame e madeira, e cobertos por uma malha fina (FERRO 1998). As larvas foram mantidas sob condições controladas em câmara climatizada (14 horas luz/dia,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ) e observadas diariamente para a substituição do alimento, quantificação da sobrevivência e duração do estágio larval e pupal, até a emergência dos adultos.

Após a emergência, o comprimento da asa anterior foi medido (MILLER 1977), com o auxílio de um paquímetro. Os adultos oriundos deste experimento foram depositados na coleção do Laboratório de Morfologia e Comportamento de Insetos (LMCI), da UFRGS, sob os códigos de acesso LMCI: 158-1 à 158-59.

#### *Testes de escolha no estágio larval*

Para verificar o consumo dos heliconíneos frente às passifloráceas, nas quais também foram avaliados quanto a performance, larvas de *D. m. moneta* (primeiro ínstar) e de *A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis* (primeiro e quinto ínstars) foram submetidas individualmente ( $n = 20$  por hospedeira) a testes de escolha simples (LEWIS & VAN EMDEN 1986), nos quais utilizou-se apenas uma espécie de passiflorácea por larva. Para isto, foram oferecidos discos foliares das espécies avaliadas, obtidos através de vazadores (diâmetro=  $63,6\text{mm}^2$  e  $95\text{mm}^2$  para primeiro e quinto ínstars respectivamente), distribuídos de forma equidistante e presos com micro-alfinetes

entomológicos (HANSON 1983). Estes foram dispostos dentro de potes plásticos sobre papel filtro umedecido e mantidos sob condições controladas mencionadas acima durante um período de cinco horas. Para cada teste foi disponibilizado aproximadamente o dobro da média de consumo em cada ínstar, baseado no padrão obtido para *H. e. phyllis* (RODRIGUES & MOREIRA 1999), para evitar que a falta de alimento interferisse na avaliação da área total consumida. Para cada teste foi padronizado o grau de maturação das folhas (primeiro ínstar: primeira a quinta folha do ramo; quinto ínstar: sexta a décima folha).

Para a determinação do consumo, os restos dos discos foliares foram colados em papel e sobrepostos em papel milimetrado, conforme descrito em RODRIGUES & MOREIRA (1999). Para efeitos comparativos, procedeu-se de forma similar em relação à *P. suberosa*, hospedeira efetivamente utilizada pelas três espécies adicionais de heliconíneos (*A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis*).

#### *Análises estatísticas*

As curvas de sobrevivência das larvas em relação às plantas hospedeiras foram comparadas através do teste de logrank (MOTULSKY 1999). A distribuição dos dados de tempo de desenvolvimento, tamanho dos adultos e de consumo nos testes de escolha simples foram avaliados quanto à normalidade através do teste de Kolmogorov-Smirnov. Visto que nenhum dos parâmetros apresentou distribuição normal, estes foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis, seguida de comparações múltiplas de Dunn (alfa = 0,05). Tais análises seguiram procedimentos descritos em CONOVER (1980).

### *Distribuição geográfica*

Para determinar a distribuição geográfica de *D. m. moneta*, os dados correspondentes foram compilados da literatura especializada na área. Além disso, foram realizadas visitas aos seguintes museus e coleções entomológicas: no Brasil - Museu Paraense Emilio Goeldi (MPEG), Belém, PA; Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (MNRJ), Rio de Janeiro, RJ; Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZSP), São Paulo, SP; Museu de Entomologia Pe. Jesus Santiago Moure da Universidade Federal do Paraná (DZUP), Curitiba, PR; Museu de Ciências e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (MCTP), Porto Alegre, RS; Museu Anchieta de Ciências Naturais (MGAP); Porto Alegre, RS; Coleção do Laboratório de Morfologia e Comportamento de Insetos, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LMCI), Porto Alegre, RS; no Peru - Museo de Historia Natural da Universidad Nacional Mayor de San Marcos (MUSM), Lima; na Argentina - Museo de La Plata da Universidad Nacional de La Plata (MLPA), La Plata; Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia (MACN), Buenos Aires; Museo Miguel Lillo de Ciencias Naturales (IFML), San Miguel de Tucuman; e, no Uruguai - Museo Nacional de Historia Natural y Antropología (URMU), Montevideú. Nomes e acrônimos foram retirados do site “Abbreviations for Insect and Spider Collections of the World”, disponível online em: (<http://hbs.bishopmuseum.org/codens/codens-inst.html>).

A identificação foi feita com base na descrição original de *D. m. moneta*, e confirmada por especialista (G.R.P. Moreira, UFRGS). Para o registro dos dados correspondentes, os exemplares foram fotografados (face dorsal e ventral), bem como as respectivas etiquetas (Apêndice 1).

Os registros de cada espécie de passiflorácea, informações da literatura e/ou herbários, e respectivas coordenadas geográficas encontram-se em MOREIRA *et al.* (2011) (disponível online como documento suplementar em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1817>). Para os registros referentes à *P. morifolia*, foram adicionadas localidades listadas por DEGINANI (2001), em relação ao Paraguai, e aqueles contidos em MACDOUGAL (1994) (Apêndice 2).

A latitude e longitude das localidades, tanto para as plantas quanto para os insetos, foram definidas de acordo com as seguintes bases de dados: Global Gazetteer (FALLING RAIN GENOMICS 2007) e GLOSK (2008). Estas foram georeferenciadas em mapas através do software Quantum GIS Geographic Information System (QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM 2010).

Para a análise espacial, a área correspondente (variação de latitude  $-7.30^{\circ}$  N a  $-39.11^{\circ}$  S, na América do Sul; MOREIRA *et al.* 2011), foi subdividida em quadrados de  $0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ , sendo selecionadas as células correspondentes onde havia ocorrência de *D. m. moneta*, de *P. morifolia*, ou de ambas (total = 141 células). Para cada célula, foram obtidas variáveis espaciais, climáticas, composição de outras espécies do gênero *Passiflora*, além da presença/ausência de *D. m. moneta* e de *P. morifolia*.

#### *Variáveis ambientais e espaciais*

Para cada unidade amostral, foram levantados, através da base de dados WorldClim 1.4 (HIJMANS *et al.* 2005), dados ambientais referentes a temperatura média anual, sazonalidade térmica (desvio padrão da temperatura ao longo do ano X 100), pluviosidade média anual e sazonalidade pluvial (coeficiente de variação da pluviosidade), compondo a matriz ambiental.

Foram gerados filtros espaciais utilizando-se a análise de coordenadas principais de matrizes de vizinhos (*PCNM - principal coordinates of neighbor matrices*; BORCARD & LEGENDRE 2002). Para isso, foram utilizadas as coordenadas geográficas (latitude, longitude) do centróide de cada célula. No cálculo, a matriz de distância geográfica entre as células foi truncada em uma distância máxima que conecta todos os locais (488,3 km), baseado no critério de “*minimum spanning tree*” (RANGEL *et al.* 2006). A análise gerou 29 filtros espaciais (PCNM), dos quais foram utilizados nas análises apenas os três primeiros, que contiveram aproximadamente 56% da variação espacial. Os três primeiros eixos compuseram a matriz espacial. A análise de coordenadas principais de matrizes de vizinhos foi realizada no software SAM 4.0 (RANGEL *et al.* 2010).

#### *Composição de passifloráceas*

A ocorrência de *P. morifolia* foi utilizada como uma variável separadamente, visto ser o alvo do trabalho. Para cada célula, foi obtida também a composição de outras 14 espécies do gênero *Passiflora* (abordadas por MOREIRA *et al.* (2011) e cuja área total de distribuição encobre àquela de *D. m. moneta*), que poderiam então afetar a distribuição de *P. morifolia* e/ou de *D. m. moneta*. Com vistas a sintetizar essa informação em um número menor de variáveis, foi realizada uma análise de componentes principais (PCA). O primeiro eixo da análise de componentes principais (PCA1), que contém 27% da variação na composição de outras espécies do gênero *Passiflora* e foi estatisticamente estável ( $P=0.03$ ), sendo então utilizado como variável preditora de ocorrência de *D. m. moneta* nas análises seguintes.

### *Análise de caminhos*

Foi avaliada a influência do espaço, do clima, da presença de *Passiflora morifolia* e da composição de outras espécies de *Passiflora* na distribuição espacial de *Dione m. moneta*, utilizando-se a análise de caminhos (*Path analysis*, SHIPLEY 2000). Essa abordagem analítica permite avaliar a força das relações entre mais de duas variáveis, decompondo a co-variação entre pares de variáveis. Primeiramente, os padrões de co-variação entre grupos de variáveis foram avaliados através de teste de correlação de Mantel (MANTEL 1967), devido à natureza multivariada de alguns conjuntos de variáveis, como por exemplo a matriz ambiental. Um modelo causal foi então construído a partir dos resultados das correlações de Mantel (Tabela 1); ou seja, as matrizes significativamente correlacionadas foram conectadas com uma seta. Os valores dos coeficientes de caminho do modelo foram obtidos através de regressões de Mantel, sendo o valor de beta o coeficiente de caminho. Foi obtido também o coeficiente de não-determinação  $U$ , que indica o quanto da variável resposta não foi explicado pelas variáveis do modelo, subtraindo-se o  $R^2$  de 1 (SOKAL & ROHLF 1994). As análises de correlação de Mantel foram realizadas no software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2009) e as análises de regressão correspondentes foram feitas no software Multiv 2.4 (PILLAR 2006). Todos os valores de  $P$  foram obtidos por teste de aleatorização.

## RESULTADOS

### *Performance larval*

Todas as larvas de *D. m. moneta* alimentadas em *P. alata*, *P. amethystina*, *P. edulis*, *P. eichleriana*, *P. elegans* e *P. suberosa* não completaram o desenvolvimento (Fig. 1). Para as demais espécies, houve maior sobrevivência em *P. morifolia* (90%) em relação às demais, não diferindo, porém de *P. misera* e *P. urubiciensis* (ambas 80%). Essas

Tabela 1: Coeficientes de correlação de Mantel entre os conjuntos de variáveis espaciais (ES), ambientais (AM), composição de outras passifloráceas (OP), presença de *Passiflora morifolia* (PM) e presença de *Dione moneta moneta* (DM) em cada célula. Valores em negrito indicam valores de  $P \leq 0,05$ .

	ES	AM	OP	PM
AM	<b>0,386</b>			
OP	0,010	0,025		
PM	0,032	0,006	<b>0,124</b>	
DM	0,014	-0,017	0,047	<b>0,620</b>

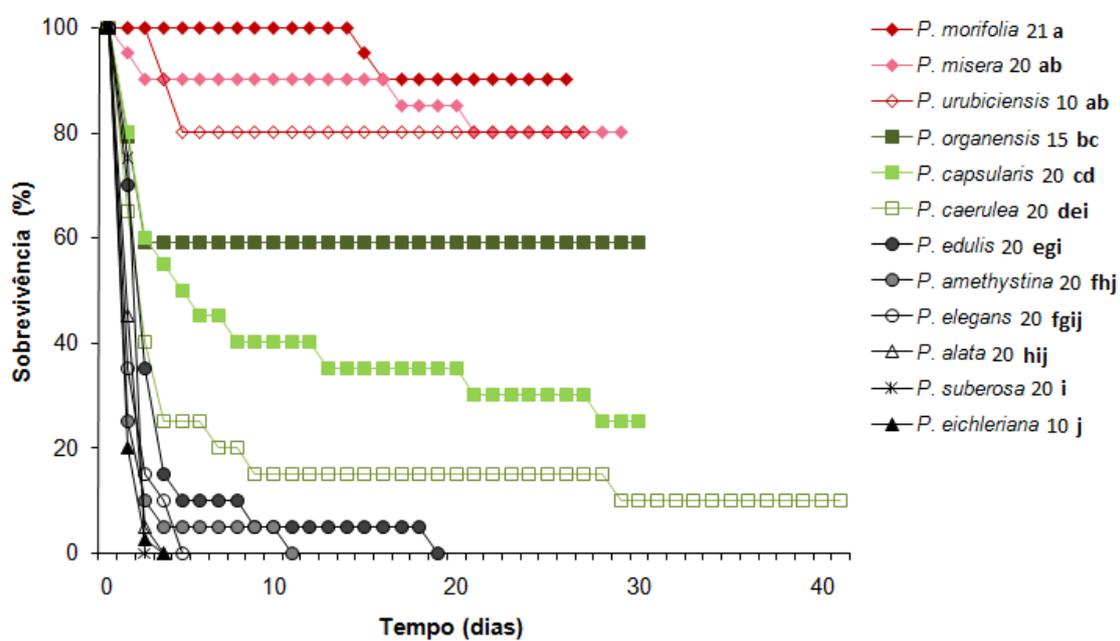


Figura 1. Curvas de sobrevivência de *Dione moneta moneta*, desde a eclosão das larvas até a emergência dos adultos, quando alimentadas com doze espécies de *Passiflora*. Números ao lado de cada espécie representam as repetições em cada caso. Hospedeiras seguidas de letras distintas diferem significativamente (testes de logrank,  $p < 0,05$ ).

foram seguidas de *P. organensis* (60%), *P. capsularis* (25%) e *P. caerulea* (10%), sendo que as duas últimas não diferiram entre si (Fig. 1).

Nas espécies dentre as quais houve sobrevivência superior a 50%, o tempo de desenvolvimento larval foi significativamente menor em *P. morifolia* em relação a *P. misera*, não diferindo, porém das demais (*P. organensis* e *P. urubiciensis*), as quais não diferiram entre si e apresentaram expressiva variação quanto a esse parâmetro (Fig. 2). Os adultos cujas larvas foram criadas em *P. morifolia* foram significativamente maiores em comparação aos obtidos em *P. misera*, *P. organensis* e *P. urubiciensis*, que não diferiram estatisticamente (Fig. 3).

Dentre os heliconíneos testados frente à *P. morifolia*, a sobrevivência até estágio adulto foi nula para *A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis*. As curvas de sobrevivência de *D. i. alcionea* e *A. v. maculosa* não apresentaram diferença significativa e ambas diferiram quando comparadas à *H. e. phyllis*, que apresentou a menor taxa de sobrevivência. Já para *D. m. moneta*, a sobrevivência foi de 90% nesta passiflorácea, diferindo estatisticamente das demais espécies (Fig. 4)

#### *Testes de escolha no estágio larval*

O consumo pelas larvas de *D. m. moneta*, nos testes sem chance de escolha, foi significativamente maior em *P. morifolia* em relação a todas as outras passifloráceas testadas, não havendo diferença dentre elas quanto a esse parâmetro. O consumo deste heliconíneo foi nulo em *P. capsularis*, *P. caerulea*, *P. urubiciensis*, *P. suberosa*, *P. amethystina*, *P. elegans* e *P. eichleriana* (Fig. 5).

Em *P. morifolia*, o consumo foi significativamente maior por *D. m. moneta* em comparação as demais espécies de heliconíneos, em ambos os instares testados (Fig. 6A e 6C). O contrário ocorreu em *P. suberosa*, hospedeira efetivamente consumida pelas

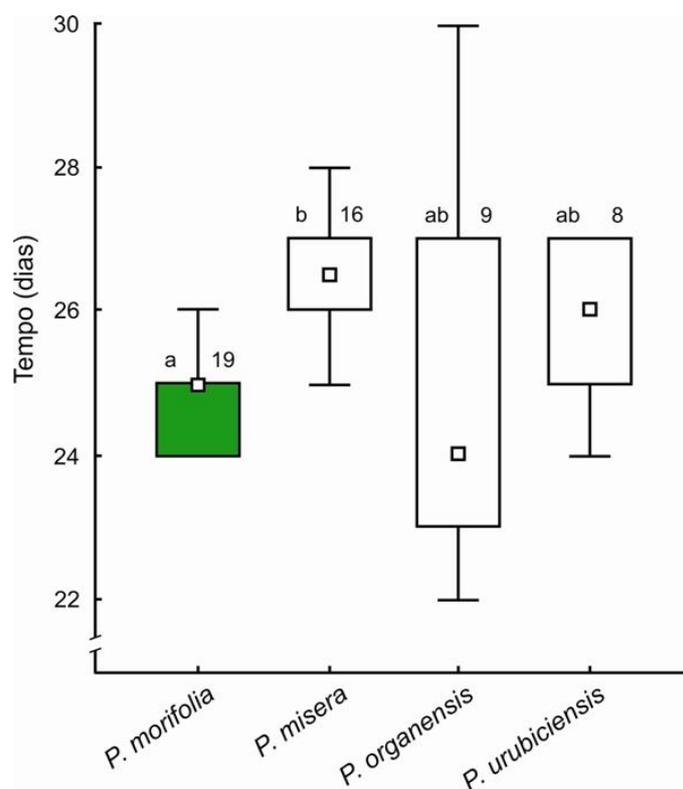


Figura 2. Tempo de desenvolvimento dos imaturos de *Dione moneta moneta*, quando criados em diferentes espécies de *Passiflora*. Barras representam as medianas e os respectivos quartis. Números representam as repetições em cada caso. Boxplots seguidos de letras distintas diferem significativamente (teste de Kruskal-Wallis,  $KW = 14,314$ ,  $p = 0,0025$ ; comparações múltiplas de Dunn,  $\alpha = 0,05$ ).

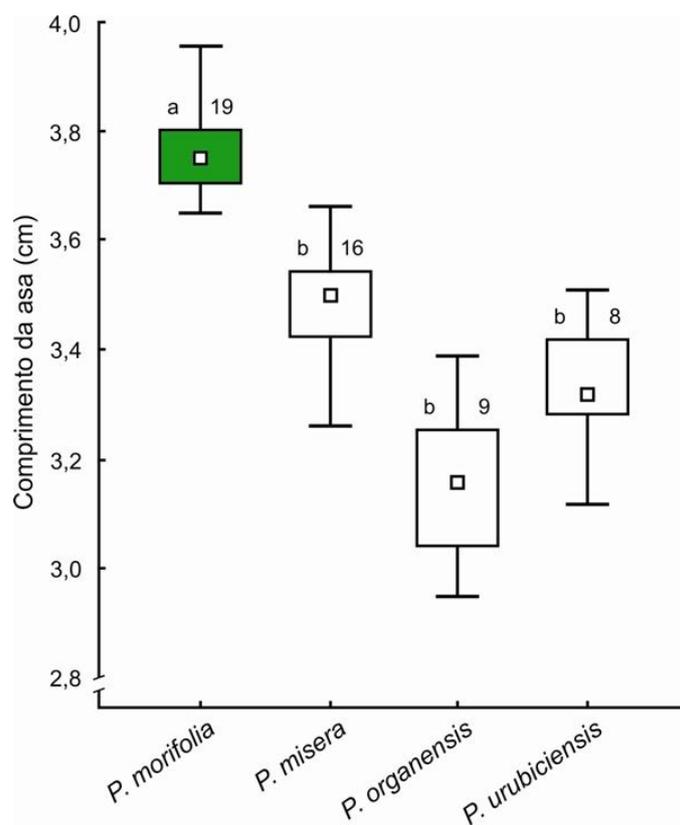


Figura 3. Tamanho dos adultos de *Dione moneta moneta* quando criados em diferentes espécies de *Passiflora*. Barras representam as medianas e os respectivos quartis. Números representam as repetições em cada caso. Boxplots seguidos de letras distintas diferem significativamente (teste de Kruskal-Wallis,  $KW = 42,088$ ,  $p < 0,0001$ ; comparações múltiplas de Dunn,  $= 0,05$ ).

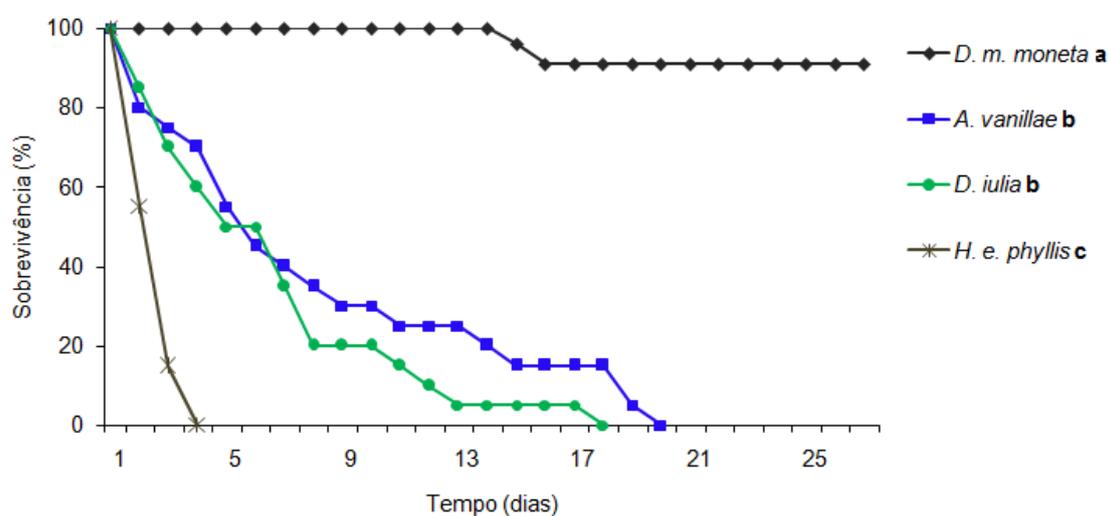


Figura 4. Curvas de sobrevivência de *Dione moneta moneta* (n = 21), *Agraulis vanillae maculosa* (n = 20), *Dryas iulia alcionea* (n = 20) e *Heliconius erato phyllis* (n = 20), desde a eclosão das larvas até a emergência dos adultos, quando alimentadas com *Passiflora morifolia*. Herbívoros seguidos de letras distintas diferem significativamente (testes de logrank,  $p < 0,05$ ).

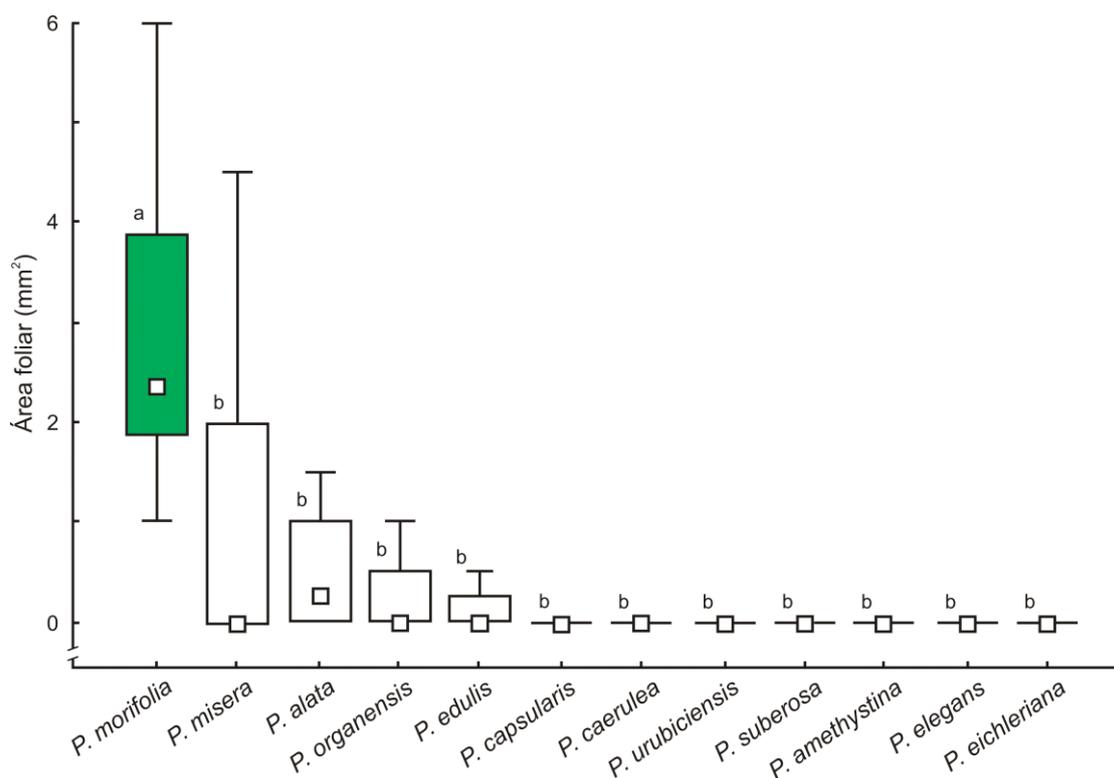


Figura 5. Consumo em testes sem chance de escolha por larvas de primeiro ínstar de *Dione moneta moneta* em relação a diferentes passifloráceas [n = 20, exceto para *Passiflora urubiciensis* e *Passiflora eichleriana* (= 10)]. Barras representam as medianas e os respectivos quartis. Boxplots seguidos das mesmas letras não diferem significativamente (teste de Kruskal-Wallis, KW = 114,57, p < 0,001; comparações múltiplas de Dunn,  $\alpha = 0,05$ ).

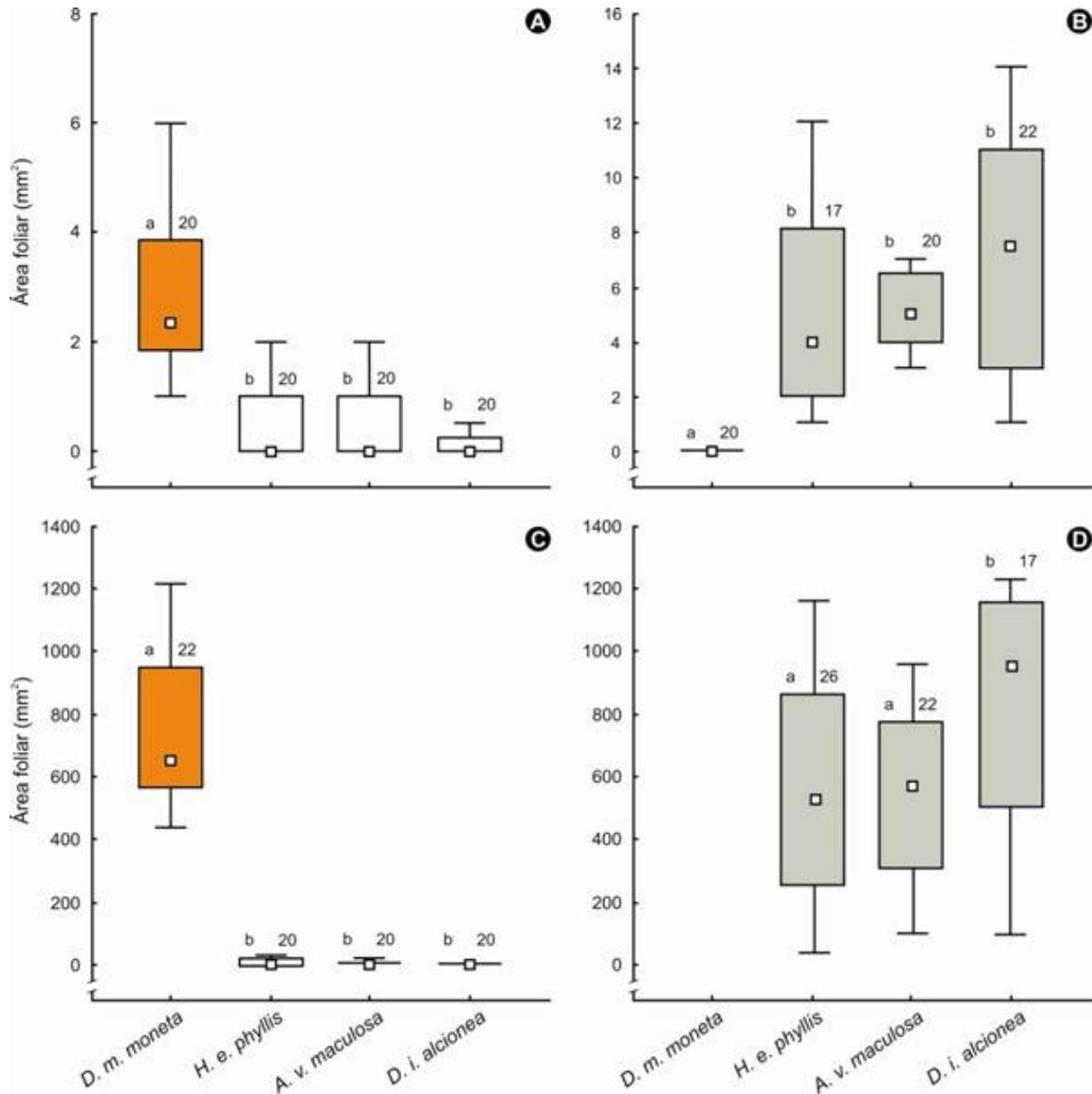


Figura 6. Consumo em testes sem chance de escolha em *Passiflora morifolia* (A) primeiro ínstar e (C) quinto ínstar e em *Passiflora suberosa* (B) primeiro ínstar e (D) quinto ínstar por imaturos de quatro espécies de Heliconiini. Barras representam as medianas e os respectivos quartis. Números representam as repetições em cada caso. Boxplots seguidos de letras distintas diferem significativamente (testes de Kruskal-Wallis – KW = 41,79; 45,49; 53,41; 6,49 de A a D, respectivamente; comparações múltiplas de Dunn,  $p < 0,05$ ).

larvas de *H. e. phyllis*, *D. i. alcionea* e *A. v. maculosa*, e rejeitada por *D. m. moneta* (Fig. 6B e 6D).

#### *Distribuição geográfica*

A distribuição de *D. m. moneta* apresentou-se disjunta na 1) porção oeste da Bolívia, noroeste e central da Argentina e 2) oeste da Argentina, Paraguai e nas regiões sul e sudeste do Brasil. A maior representatividade de exemplares foi registrada para a Argentina, abrangendo as províncias de Jujuy, Salta, Tucuman, La Rioja, Córdoba, Mendoza e Misiones; e no Brasil, onde ocorre nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Na Bolívia, foram registrados apenas dois indivíduos para o departamento de La Paz. Já no Paraguai, três espécimes foram listados nos departamentos de Alto Paraná, Caaguazu e Guairá (Fig. 7B).

Segundo o modelo de caminho (Fig. 8), a distribuição espacial de *D. moneta* foi determinada significativamente pela ocorrência de *P. morifolia*. As variáveis espaciais e ambientais não foram incluídas no modelo, pois não estiveram correlacionadas significativamente nem com a ocorrência de *P. morifolia* nem de *D. moneta* (Tabela 1). Isso significa que o padrão de distribuição espacial de *D. m. moneta* não é determinado nem pelo ambiente nem por variáveis associadas a distribuição espacial dos pontos, e sim pela presença de *P. morifolia*. Por sua vez, a composição de outras espécies do gênero *Passiflora* em cada local teve influência na distribuição espacial de *P. morifolia*. Porém, apesar de terem sido correlacionados (Tabela 1), a composição de outras espécies do gênero *Passiflora* não mostrou influência significativa na ocorrência de *D. m. moneta* (Fig. 8).

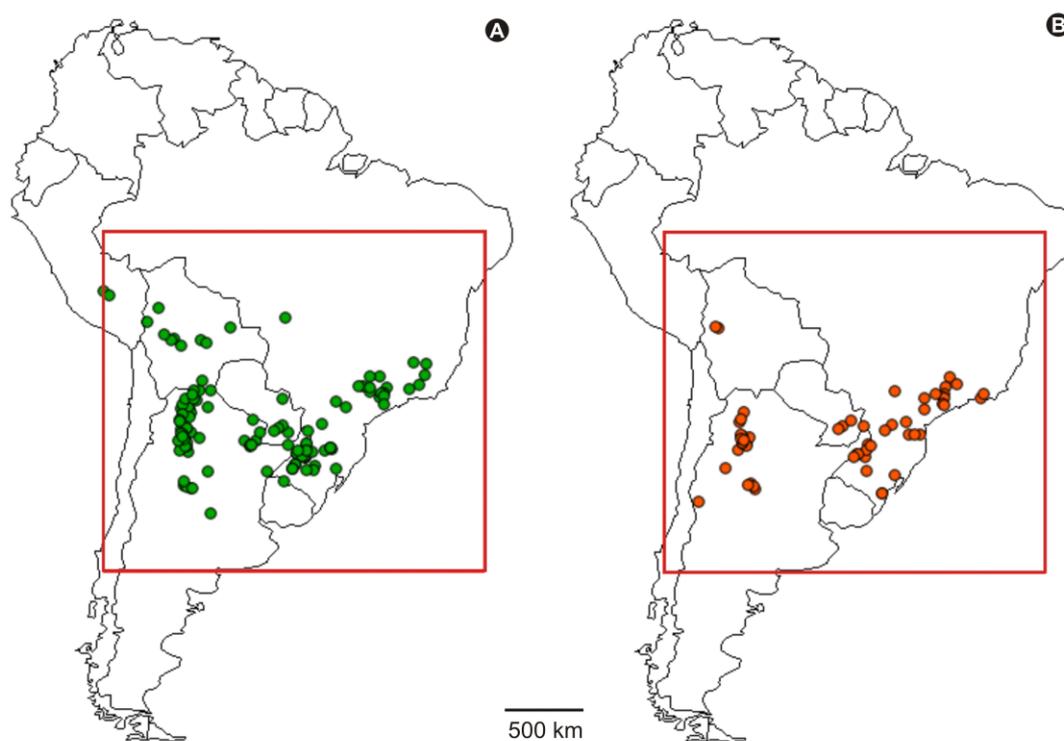


Figura 7. Distribuição geográfica de (A) *Passiflora morifolia* e (B) *Dione moneta moneta* na região sul da América do Sul (coordenadas correspondentes encontram-se nos Apêndices 2 e 1, respectivamente).

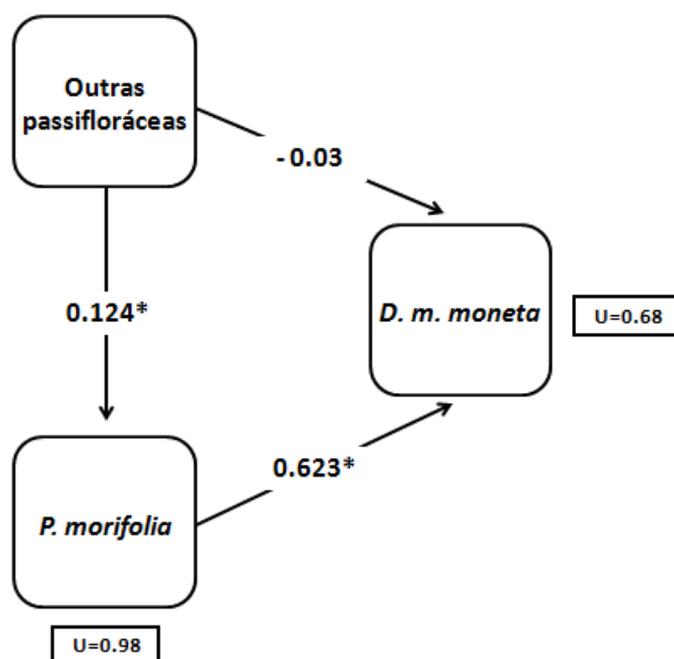


Figura 8: Modelo de caminho final mostrando as relações causais entre a composição de outras espécies do gênero *Passiflora*, ocorrência de *Passiflora morifolia* e ocorrência de *Dione moneta moneta*. \*  $P \leq 0.05$ .

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram claramente que as espécies de *Passiflora* interferem diferencialmente no desempenho de *D. m. moneta* com relação à mortalidade, tempo de desenvolvimento larval e tamanho dos adultos. Em seis das doze passifloráceas avaliadas, (*P. alata*, *P. amethystina*, *P. edulis*, *P. eichleriana*, *P. elegans* e *P. suberosa*) o desenvolvimento das larvas deste heliconíneo é inviável, visto que as mesmas morreram por inanição ainda no primeiro ínstar. Tais hospedeiras, portanto, não são apropriadas para este lepidóptero visto que a sobrevivência é o primeiro critério a ser considerado na investigação de plantas hospedeiras adequadas para um herbívoro (WIKLUND 1973).

Além de *P. morifolia*, as larvas de *D. m. moneta* também sobreviveram de forma expressiva em *P. misera* e *P. urubiciensis*. Entretanto, em *P. misera* as larvas levaram mais tempo para desenvolver-se, em comparação à *P. morifolia*, o que seria uma desvantagem, visto que o desenvolvimento mais rápido reduz o período de exposição a predadores e parasitóides no campo (CHEW 1975). Este padrão é oposto ao observado para outros heliconíneos, tais como *H. e. phyllis* e *D. j. junco*. Para estas espécies, *P. misera* apresentou-se como uma hospedeira eficiente, que proporciona rápido desenvolvimento larval em comparação a outras passifloráceas (PÉRICO 1995, BIANCHI & MOREIRA 2005).

Por outro lado, sendo a atividade de *D. m. moneta* restrita ao outono (GARCIAS 1983), é plausível considerar o fato de que em ambientes sazonais, o tempo disponível para o desenvolvimento larval é limitado. Sendo assim, na disponibilidade de diferentes hospedeiras possíveis, seria esperada a escolha de espécies nas quais o tempo de desenvolvimento é mais curto, garantindo assim o sucesso da prole antes dos períodos

mais frios e letais, e ainda, maximizando o número de gerações em uma mesma estação (COURTNEY 1981, NYLIN 1988).

Embora *P. urubiciensis* não tenha atrasado o desenvolvimento das larvas, essa espécie aumentou a variação no tempo, assim como *P. organensis*. Além disso, tanto *P. misera*, *P. urubiciensis* quanto *P. organensis*, resultaram em um menor tamanho para os adultos de *D. m. moneta* em comparação à *P. morifolia*. A variação no tamanho em Lepidoptera, causada pela utilização de diferentes hospedeiras como alimento no estágio larval, já foi relatada em diversos estudos (COURTNEY 1981, RODRIGUES & MOREIRA 2002, BIANCHI & MOREIRA 2005, MILLÁN-J *et al.* 2010, JORGE *et al.* 2011). COURTNEY (1981) argumenta que o tamanho pode influenciar na sobrevivência e atividade dos adultos e que pupas menores sofrem maior risco de mortalidade e são mais suscetíveis ao ataque de patógenos. Além disso, o tamanho tem sido correlacionado positivamente à capacidade reprodutiva das fêmeas, com relação ao número de ovos (COURTNEY 1981, RODRIGUES & MOREIRA 2002) e com o sucesso de cópula de ambos os sexos (WIKLUND 1973, RODRIGUES & MOREIRA 2002).

Para heliconíneos, em geral, é comum o uso de espécies adicionais de passifloráceas no estágio larval, ainda que exista preferência por determinadas hospedeiras (BENSON *et al.* 1975, PÉRICO 1995, RODRIGUES & MOREIRA 2002, BIANCHI & MOREIRA 2005, DELL'ERBA *et al.* 2005, KERPEL & MOREIRA 2005). Sendo assim, *P. misera* e *P. urubiciensis* poderiam ser utilizadas secundariamente por *D. m. moneta*. Entretanto, o comportamento de oviposição e uso das larvas deste heliconíneo em campo ainda é desconhecido. As poucas informações a respeito apontam para a utilização de apenas *P. morifolia* como hospedeira.

Segundo DELL'ERBA *et al.* (2005), *P. misera* é uma passiflorácea utilizada por diversas espécies de heliconíneos, porém, é pouco provável que seja hospedeira

potencial para *D. m. moneta*. Uma possível explicação para isto, portanto, seria a alta competição nesta espécie. Além disso, durante anos de estudos com este sistema, nunca foram observadas posturas deste heliconíneo nesta hospedeira.

As larvas de *D. m. moneta* possuem hábito semi-gregário, e as posturas ocorrem em pequenos grupos de até 20 ovos (BROWN 1944, BROWN 1981, GARCIAS 1983, DELL'ERBA *et al.* 2005) ou até 35 ovos, como registrado no presente estudo. Mesmo que aparentemente as larvas não permaneçam juntas até o último ínstar, ao menos até o segundo, ficam próximas e na mesma folha, separando-se ao longo do desenvolvimento. Além disso, embora não tenhamos estudos padronizados a respeito, observações de campo demonstraram que as fêmeas parecem preferir folhas de maior tamanho de *P. morifolia* para oviposição, principalmente quando as posturas são maiores. Como *P. misera* possui área foliar bastante inferior em relação a *P. morifolia*, é possível que esta não seja suficiente para a sustentação das larvas de *D. m. moneta*.

Diferentes padrões de oviposição foram relatados por BENSON (1978), o qual menciona que espécies com posturas em grupo utilizam plantas com folhas maiores, enquanto as que colocam ovos isolados geralmente atacam plantas com folhas de menor área, representando diferentes estratégias dos heliconíneos para a herbivoria em passifloráceas. Resultados semelhantes foram encontrados para *D. j. juno*, que apresenta alta sobrevivência em *P. misera*, porém, no campo os ovos desta espécie são encontrados predominantemente em *P. edulis*, cuja massa foliar é consideravelmente maior (BIANCHI & MOREIRA 2005). Segundo os autores, este fato pode estar relacionado à necessidade de passifloráceas com maior área foliar para a oviposição, já que os ovos são colocados em massa devido ao hábito gregário das larvas.

Outro fator limitante para a utilização de *P. misera* por *D. m. moneta* é sua fenologia. Estudos realizados por RODRIGUES & MOREIRA (2004), demonstraram que

esta passiflorácea apresenta alto grau de desfolha no outono, que pode estar associada à desfolha sazonal natural ou à intensa herbivoria por parte de heliconíneos e outros lepidópteros. Com vistas às informações obtidas nos museus e observações de campo, este é o período de maior atividade das fêmeas de *D. m. moneta*, que possivelmente não encontram esta planta em quantidade suficiente para o desenvolvimento das larvas. Quanto à *P. urubiciensis*, o fato de sua distribuição ser restrita também torna pouco provável sua utilização como hospedeira. Em comparação as demais espécies de *Passiflora* que apresentam maior amplitude na distribuição no RS, *P. urubiciensis* foi registrada apenas em uma região geográfica no estado de Santa Catarina (CERVI 2003) e no RS (MADER *et al.* 2009, MONDIN *et al.* 2011).

Segundo BERNAYS & CHAPMAN (1994), a correspondência fenológica entre insetos e hospedeiras pode limitar a amplitude da dieta. Além disso, diferenças na abundância das hospedeiras podem mediar a escolha das fêmeas. Como relatado para *H. e. phyllis* por RODRIGUES & MOREIRA (2002), este heliconíneo só oviposita em outras espécies de *Passiflora* na ausência de *P. misera*, que é a hospedeira que confere melhor performance larval (PÉRICO 1995). Considerando a fenologia sazonal de *P. morifolia*, cujo período vegetativo é predominante nas estações mais favoráveis até o final do outono (MACDOUGAL 1994), bem como sua potencialidade como hospedeira e disponibilidade no período de oviposição de *D. m. moneta*, tal correspondência pode explicar em parte a utilização predominante desta espécie em campo.

Existem argumentos de que ao longo da evolução as fêmeas maximizam a aptidão ovipositando somente em hospedeiras ótimas, evitando assim as inadequadas (CHEW 1975, 1977). Entretanto, diversos estudos têm demonstrado que nem sempre existe correlação entre preferência de oviposição das fêmeas e a performance das larvas (ver WIKLUND 1975, THOMPSON 1988). As fêmeas podem ovipositar em plantas que podem

ser letais para as larvas (CHEW 1977, COURTNEY 1981) ou ainda escolherem plantas potenciais restritas que conferem melhor performance, mesmo que a amplitude de aceitação das larvas seja maior (WIKLUND 1975, PÉRICO 1995, RODRIGUES & MOREIRA 2002, KERPEL & MOREIRA 2005). Neste sentido, mesmo que as larvas de *D. m. moneta* sejam capazes de desenvolver-se em outras passifloráceas, é possível que em campo este lepidóptero utilize apenas *P. morifolia*, por ser a hospedeira mais adequada e que confere maior performance para as larvas.

Uma hipótese que pode sustentar esta relação restrita de *D. m. moneta* com *P. morifolia*, é o fato de esta passiflorácea aparentemente não ser utilizada por outras espécies de Heliconiini (herbívoros potenciais de Passifloraceae) não havendo assim, competição interespecífica (SCHOONHOVEN *et al.* 2005). Tal fato é importante visto que a concorrência é comum entre táxons aparentados, devido à similaridade dos recursos utilizados (DENNO *et al.* 1995). Entretanto, nossos experimentos em laboratório, demonstraram que pelo menos três espécies de heliconíneos (*A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis*) simpátricos com *D. m. moneta*, não sobrevivem em *P. morifolia*. Dados obtidos por BIANCHI & MOREIRA (2005), demonstraram que esta espécie também inviabiliza o desenvolvimento das larvas de *D. j. juno*. Convêm salientar que tais espécies de heliconíneos são as principais e mais abundantes na área de estudo.

Tal aspecto pode estar relacionado principalmente à presença de tricomas em forma de gancho que atuam como defesas mecânicas de *P. morifolia*, para tais herbívoros não especializados, assim como descrito por GILBERT (1971) e CARDOSO (2008). De fato, nossas observações vão ao encontro dos resultados obtidos nestes trabalhos, já que larvas de primeiro ínstar de *A. v. maculosa*, *D. i. alcionea* e *H. e. phyllis* foram observadas presas aos tricomas de *P. morifolia* e morreram após 24 horas.

Apenas *D. moneta* e *H. charithonia* tem sido comumente listados como herbívoros efetivos de passifloráceas com este tipo de tricoma (BENSON *et al.* 1975, MACDOUGAL 1994, CARDOSO 2008). Comportamentos especializados de movimentação foram relatados como possíveis fatores que permitem a utilização destas passifloráceas por estes lepidópteros (BENSON *et al.* 1975, CARDOSO 2008). Entretanto, embora desconhecidos, é possível que existam ainda outros mecanismos que permitiram o sucesso destes heliconíneos nestas hospedeiras, e que no caso de *D. m. moneta* parecem ter levado a uma relação estreita quanto à distribuição com àquela de *P. morifolia* no limite sul de sua distribuição geográfica na região Neotropical.

A causa da especialização em uma determinada hospedeira pode não estar necessariamente ligada à planta em si, mas sim à competição por alimento que pode ser intra- ou interespecífica (WIKLUND 1973, THOMPSON 1988, FEDER *et al.* 1995). WIKLUND (1973) argumenta que o fator primário na co-evolução entre insetos e plantas é que um inseto monófago utilize somente uma planta hospedeira, devido aos benefícios relacionados, tais como a redução da competição, bem como o favorecimento de suas adaptações comportamentais e fisiológicas em uma espécie de planta em particular.

Uma das teorias associadas com a amplitude da dieta é que a restrição de hospedeiras é resultado de competição interespecífica e a base deste conceito é que espécies podem maximizar a aptidão desenvolvendo meios de monopolizar uma planta hospedeira em particular e excluindo outras espécies (FUTUYMA & MORENO 1988, BERNAYS & CHAPMAN 1994). Dietas amplas e restritas envolvem adaptações específicas diferentes, porém a existência de um maior número de especialistas indica que a especialização é vantajosa com relação à polifagia (BERNAYS & GRAHAM 1988, BERNAYS *et al.* 2004). Por outro lado, a especialização extrema pode levar a

dependência, como por exemplo, a distribuição de *D. m. moneta* restrita a distribuição de *P. morifolia*.

Nossos resultados apresentaram também evidências claras de que a distribuição de *D. m. moneta* é positivamente correlacionada com a de *P. morifolia*, independentemente das outras passifloráceas ocorrentes na região, mesmo que consideradas em conjunto. Cabe salientar que todas as passifloráceas com registro de uso por *D. moneta* na área estudada foram avaliadas no presente estudo. Mais, visto que os registros de distribuição abrangeram as coleções mais representativas do Brasil e Argentina, pode-se inferir que as áreas não preenchidas no mapa referem-se à ausência deste heliconíneo nestes locais. Além disso, o padrão de distribuição de *D. m. moneta* não foi influenciado significativamente pela variação de outros fatores, incluindo os abióticos. Conclui-se então que a distribuição macro espacial de *D. m. moneta* é determinada preponderantemente por aquela de *P. morifolia*, a planta hospedeira preferencial e efetivamente utilizada no limite sul de sua distribuição na região Neotropical.

#### REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.M. & V.L.S. VALENTE. 1981. Observações sobre alguns lepidópteros e drosofilídeos do Parque Estadual do Turvo. **Ciência e Cultura** 33: 1485-1490.
- BECCALONI, G.W.; A.L. VILORIA; S.K. HALL & G.S. ROBINSON. 2008. **Catalogue of the hostplants of the neotropical butterflies/ Catálogo de las plantas huésped de las mariposas neotropicales**. Vol. 8. Zaragoza, Sociedad Entomológica Aragonesa (S.EA), 536p. (M3M series-Monografías Tercer Milenio).
- BENSON, W.W. 1978. Resource partitioning in passion vine butterflies. **Evolution** 32: 493-518.

- BENSON, W.W.; K.S. BROWN JR. & L.E. GILBERT. 1975. Coevolution of plants and herbivores: passion flower butterflies. **Evolution** **29**: 659-680.
- BERNAYS, E.A. 1998. Evolution of feeding behavior in insect herbivores. **BioScience** **48**: 35-44.
- BERNAYS, E.A. & R.F. CHAPMAN. 1994. **Host-plant selection by phytophagous insects**. New York, Chapman & Hall, 312p.
- BERNAYS, E.A. & M. GRAHAM. 1988. On the evolution of host specificity in phytophagous arthropods. **Ecology** **69**: 886-892.
- BERNAYS, E.A.; M.S. SINGER & D. RODRIGUES. 2004. Foraging in nature: foraging efficiency and attentiveness in caterpillars with different diet breadths. **Ecological Entomology** **29**: 389-397.
- BIANCHI, V. & G.R.P. MOREIRA. 2005. Preferência alimentar, efeito da planta hospedeira e da densidade larval na sobrevivência e desenvolvimento de *Dione juno juno* (Cramer) (Lepidoptera, Nymphalidae). **Revista Brasileira de Zoologia** **22**: 43-50.
- BIEZANKO, C.M. 1949. **Acraeidae, Heliconiidae et Nymphalidae de Pelotas e seus arredores (contribuição ao conhecimento da fisiografia do Rio Grande do Sul)**. Porto Alegre, Livraria do Globo, 16p.
- BIEZANKO, C.M.; A. RUFFINELLI & D. LINK. 1978. Catálogo de lepidópteros do Uruguai. **Revista do Centro de Ciências Rurais** **8**: 1-84.
- BORCARD, D. & P. LEGENDRE. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. **Ecological Modelling** **153**: 51-68.
- BROWN, F.M. 1944. The egg, larva and chrysalis of *Dione moneta* Hübner. **Bulletin of the Brooklyn Entomological Society** **39**:132-134.

- BROWN, K.S.JR. 1981. The biology of *Heliconius* and related genera. **Annual Review of Entomology** **26**: 427-456.
- BROWN, K.S.JR. 1992. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal, p. 142-187. *In*: MORELLATO, L.P.C. (Ed.). **História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. Campinas, UNICAMP/FAPESP, 322p.
- BROWN, K.S.JR. & O.H.H. MIELKE. 1972. The heliconians of Brazil (Lepidoptera: Nymphalidae). Part II. Introduction and general comments, with a supplementary revision of the tribe. **Zoologica** **57**: 1-40.
- BUSTOS, E.O.N. 2008. Diversidad de mariposas diurnas em la reserva privada Yacutinga, Província de Misiones, Argentina (Lepidoptera: Hesperioidea y Papilionoidea) **Tropical Lepidoptera Research**. **18**: 78-87.
- CARDOSO, M.Z. 2008. Herbivore handling of a plant's trichome: the case of *Heliconius charithonia* (L.) (Lepidoptera: Nymphalidae) and *Passiflora lobata* (Killip) Hutch. (Passifloraceae). **Neotropical Entomology** **37**: 247-252.
- CERVI, A.C. 2003. Estudo das Passifloraceae brasileiras. Uma nova espécie de *Passiflora* L., para Santa Catarina. **Sellowia** **53-55**: 9-14.
- CHEW, F.S.1975. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. I. The relative quality of available resources. **Oecologia** **20**: 117-127.
- CHEW, F.S. 1977. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. II. Distribution of eggs on potential foodplants. **Evolution** **31**: 568-579.
- CONOVER, W.J. 1980. **Practical nonparametric statistics**. 2<sup>a</sup> ed., New York, John Wiley and Sons, 493p.

- COURTNEY S.P. 1981. Coevolution of pierid butterflies and their cruciferous foodplants. III. *Anthocharis cardamines* (L.) survival, development and oviposition on different hostplants. **Oecologia 51**: 91-96.
- D'ABRERA, B. 1984. Butterflies of the Neotropical region. Part II. Danaidae, Ithomiidae, Heliconidae & Morphidae. Victoria, Hill House, vii + 173-384 p.
- DEGINANI, N.B. 2001. Las especies argentinas del género *Passiflora* (Passifloraceae). **Darwiniana 39**: 43-129.
- DELL'ERBA, R.; L.A. KAMINSKI & G.R.P. MOREIRA. 2005. O estágio de ovo dos Heliconiini (Lepidoptera, Nymphalidae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia 95**: 29-46.
- DENNO, R.F.; M.S. MCCLURE & J.R. OTT. 1995. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected. **Annual Review of Entomology 40**: 297-331.
- EGAN, S.P. & J.R. OTT. 2007. Host plant quality and local adaptation determine the distribution of a gall-forming herbivore. **Ecology 88**: 2868-2879.
- EHRlich, P.R. & P.H. RAVEN. 1964. Butterflies and plants: a study in coevolution. **Evolution 18**: 586-608.
- EMSLEY, M.G. 1963. A morphological study of imagine Heliconiinae (Lepidoptera, Nymphalidae) with a consideration of the evolutionary relationships within the group. **Zoologica 48**: 85-130.
- FALLING RAIN GENOMICS . 2007. Global Gazetteer ver. 2.1, 1996-2006. Disponível em: <<http://www.fallingrain.com/world/>>. Acesso em: 10.2011.
- FEDER, J.L.; K. REYNOLDS; W. GO & E.C. WANG. 1995. Intra- and interspecific competition and host race formation in the apple maggot fly, *Rhagoletis pomonella* (Diptera: Tephritidae). **Oecologia 101**: 416-425.

- FERRO, V.G. 1998. **Criação de *Heliconius erato phyllis* (Fabricius) (Lepidoptera: Nymphalidae) em condições semi-naturais.** Dissertação de Bacharelado em Ciências Biológicas, UFRGS, Porto Alegre.
- FOX, L.R. & P.A. MORROW. 1981. Specialization: species property or local phenomenon? **Science** **211**: 887-893.
- FUTUYMA, D.J. 2000. Some current approaches to the evolution of plant-herbivore interactions. **Plant Species Biology** **15**:1-9.
- FUTUYMA D.J. & G. MORENO. 1988. The evolution of ecological specialization. **Annual Review of Ecology and Systematics** **19**: 207-233.
- GARCIAS, G.L. 1983. **Aspectos da biologia de cinco espécies de heliconíneos do anel mimético “laranja” (Lepidoptera: Nymphalidae).** Dissertação de Mestrado em Genética, UFRGS, Porto Alegre.
- GILBERT, L.E. 1969. On the ecology of natural dispersal: *Dione moneta poeyii* in Texas (Nymphalidae). **Journal of the Lepidopterists' Society** **23**: 177-185.
- GILBERT, L.E. 1971. Butterfly-plant coevolution: has *Passiflora adenopoda* won selectional race with heliconiine butterflies? **Science** **172**: 585-586.
- GIOVENARDI, R.; R.A DI MARE; J. SPONCHIADO; S.H. ROANI; F.A.F. JACOMASSA; A.B. JUNG & M.A. PORN. 2008. Diversidade de Lepidoptera (Papilionoidea e Hesperioidea) em dois fragmentos de floresta estacional decidual. **Revista Brasileira de Entomologia** **52**: 599-605.
- GLOSK. 2008. Disponível em: <<http://www.glosk.com/>>. Acesso em: 10.2011.
- GRIPENBERG, S.; O. OVASKAINEN; E. MORRIËN & T. ROSLIN. 2008. Spatial population structure of a specialist leaf-mining moth. **Journal of Animal Ecology** **77**: 757-767.

- HANSON, F.E. 1983. The behavioral and neurophysiological basis of food-plant selection by lepidopterous larvae, p.3-23. *In*: AHMAD, S. (Ed.) **Herbivorous insects: host seeking behavior and mechanisms**. New York, Academic Press, 257p.
- HIJMANS R.J.; S.E. CAMERON; J.L. PARRA; P.G. JONES & A. JARRIS. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** **25**: 1965-1978. (dados disponíveis em [www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)).
- ISERHARD, C.A; M.T. QUADROS; H.P. ROMANOWSKI & M.S. MENDONÇA JR. 2010. Borboletas (Lepidoptera: Papilionoidea e Hesperioidea) ocorrentes em diferentes ambientes na Floresta Ombrófila Mista e nos Campos de Cima da Serra do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica** **10**: 309-320.
- JANZ, N. & S. NYLIN. 1998. Butterflies and plants: a phylogenetic study. **Evolution** **52**: 486-502.
- JORGE, L.R.; P. CORDEIRO-ESTRELA; L.B. KLACZKO; G.R.P. MOREIRA & A.V.L. FREITAS. 2011. Host-plant dependent wing phenotypic variation in the neotropical butterfly *Heliconius erato*. **Biological Journal of the Linnean Society** **102**: 765-774.
- KERPEL, S. & G.R.P. MOREIRA. 2005. Absence of learning and local specialization on plant selection by *Heliconius erato*. **Journal of Insect Behavior** **18**: 433-453.
- LAMAS, G. 2004. Checklist: Part 4A. Hesperioidea - Papilionoidea. *In*: HEPPNER, J. B. (Eds.). **Atlas of Neotropical Lepidoptera**. Vol. 5A. Gainesville, Association for Tropical Lepidoptera, Scientific Publishers, 428p.
- LEWIS, A.C. & H.F. VAN EMDEN. 1986. Assays for insect feeding, p. 95-119. *In*: MILLER, J.R. & T.A. MILLER (Eds). **Insect-plant interactions**. New York, Springer-Verlag, 342p.

- MACDOUGAL, J.M. 1994. Revision of *Passiflora* subgenus *Decaloba* section *Pseudodysosmia* (Passifloraceae). **Systematic Botany Monographs 41**: 1-46.
- MADER, G.; A.P. LORENZ-LEMKE; A.C. CERVI & L.B. FREITAS. 2009. Novas ocorrências e distribuição do gênero *Passiflora* L. no Rio grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências 7**: 364-367.
- MANTEL, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. **Cancer Research 27**: 209-220.
- MCCAFFREY, J. 1984. *Dione moneta poeyii* Butler [1873] in New Mexico (Lepidoptera: Nymphalidae). **Journal of Research on the Lepidoptera 23**: 106-107.
- MENKEN, S.B.J. 1996. Pattern and process in the evolution of insect-plant associations: *Yponomeuta* as an example. **Entomologia Experimentalis et Applicata 80**: 297-305.
- MILLÁN-J, C.; C.P. CHACÓN & G. CORREDOR. 2010. Desarrollo, longevidad y oviposición de *Heliconius charithonia* (Lepidoptera: Nymphalidae) en dos especies de *Passiflora*. **Revista Colombiana de Entomología 36**: 158-164.
- MILLER, W.E. 1977. Wing measure as a size index in Lepidoptera: the family Olethreutidae. **Annals of the Entomological Society of America 70**: 253-256.
- MONDIN, C.A.; A.C. CERVI & G.R.P. MOREIRA. 2011. Sinopse das espécies de *Passiflora* L. (Passifloraceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências 9**: 3-27.
- MOREIRA, G.R.P.; A. FERRARI; C.A. MONDIN & A.C. CERVI. 2011. Panbiogeographical analysis of passion vines at their southern limit of distribution in the Neotropics. **Revista Brasileira de Biociências 9**: 28-40.
- MOTULSKY, H. 1999. Analyzing data with graph pad prism software. Graph Pad Software, San Diego.

- NYLIN, S. 1988. Host plant specialization and seasonality in a polyphagous butterfly, *Polygonia c-album* (Nymphalidae). **OIKOS** **53**: 381-386.
- PÉRICO, E. 1995. Interação entre quatro espécies de Heliconiini (Lepidoptera: Nymphalidae) e suas plantas hospedeiras (Passifloraceae) em uma floresta secundária do Rio Grande do Sul, Brasil. **Biociências** **3**: 3-18.
- PILLAR, V.D. 2006. MULTIV: Multivariate Exploratory Analysis, Randomization Testing and Bootstrap Resampling; User's Guide v. 2.4. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre (software available in <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>).
- QUANTUM GIS DEVELOPMENT TEAM. 2010. Quantum GIS Geographic Information System, ver. Tethys 1.5. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 11.2011.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM 2009. R - a language and environment, version 2.9.0. software available in <http://cran.r-project.org>.
- RANGEL, T.F.; J.A.F. DINIZ-FILHO & L.M. BINI. 2006. Towards an integrated computational tool for spatial analysis in macroecology and biogeography. **Global Ecology and Biogeography** **15**: 321- 327.
- RANGEL, T.F.; J.A.F. DINIZ-FILHO & L.M. BINI. 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. **Ecography** **33**: 46-50.
- RODRIGUES, D. & G.R.P. MOREIRA. 1999. Feeding preference of *Heliconius erato* (Lep.: Nymphalidae) in relation to leaf age and consequences for larval performance. **Journal of the Lepidopterists' Society** **53**: 108-113.
- RODRIGUES, D. & G.R.P. MOREIRA. 2002. Geographical variation in larval host-plant use by *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) and consequences for adult life history. **Brazilian Journal of Biology** **62**: 321-332.

- RODRIGUES, D. & G.R.P. MOREIRA. 2004. Seasonal variation in larval host plants and consequences for *Heliconius erato* (Lepidoptera: Nymphalidae) adult body size. **Austral Ecology** **29**: 437-445.
- SCHOONHOVEN, L.M.; J.J.A. LOON & M. DICKE. 2005. **Insect-plant biology**. New York, Oxford University Press, 421p.
- SHIPLEY, B. 2000. **Cause and correlation in biology: a user's guide to path analysis, structural equations, and causal inference**. Cambridge, Cambridge University Press, 317p.
- SIEWERT, R.R.; E.J.E. SILVA & L.L. MARQUES. 2010. Catálogo do acervo de borboletas (Lepidoptera:Papilionoidea) depositadas no Museu de História Natural da Universidade Católica de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **EntomoBrasilis** **3**: 77-84.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF. 1994. **Biometry**. 3ª edição. New York, W H Freeman and Co, 937 p.
- STRONG, D.R.; J.H. LAWTON & R. SOUTHWOOD. 1984. **Insects on plants: community patterns and mechanisms**. Oxford, Blackwel Scientific Publications, 313p.
- THOMPSON, J.N. 1988. Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **47**: 3-14.
- WIKLUND, C. 1973. Host plant suitability and the mechanism of host selection in larvae of *Papilio machaon*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** **16**: 232-245.
- WIKLUND, C. 1975. The evolutionary relationship between adult oviposition preferences and larval host plant range in *Papilio machaon*. **Oecologia** **18**:185-197.

### CAPÍTULO 3

#### Considerações finais

Os resultados do presente trabalho demonstraram que o desenvolvimento de *D. m. moneta* foi inviabilizado pela maioria das espécies de *Passiflora* ocorrentes no RS. Dentre as espécies de hospedeiras que proporcionaram maior sobrevivência à este heliconíneo, *P. morifolia* foi a que conferiu o menor tempo de desenvolvimento das larvas e adultos de maior tamanho, sendo considerada, portanto, a hospedeira mais adequada à essa espécie. As demais espécies de heliconíneos estudadas (*Agraulis vanillae maculosa* Stichel, [1908], *Dryas iulia alcionea* (Cramer, 1779) e *Heliconius erato phyllis* (Fabricius, 1775)), não completaram o desenvolvimento quando alimentadas com esta passiflorácea. Este estudo demonstrou, portanto, que *D. m. moneta* é uma espécie monófaga, a qual se especializou em uma espécie de passiflorácea aparentemente não utilizada pelos demais heliconíneos. Além disso, este trabalho consta como a primeira evidência da distribuição conjunta de um sistema planta herbívoro, demonstrando que a distribuição de *D. m. moneta* é positivamente correlacionada com a de *P. morifolia*, independentemente das outras passifloráceas ocorrentes na região com as quais não houve correlação significativa. Outros fatores, tais como os abióticos também não influenciaram significativamente o padrão de distribuição de *D. m. moneta*. Através destas análises micro- (comportamentais) e macro-evolutivas (biogeográficas), concluímos que a distribuição macro espacial de *D. m. moneta* é preponderantemente determinada pela distribuição de *P. morifolia*, a passiflorácea que se mostrou mais adequada como hospedeira e a qual é efetivamente utilizada por essa borboleta no limite sul de sua distribuição na região Neotropical. Estudos futuros contemplando a performance deste heliconíneo em *P. actinia* Hook, *P. foetida* L. var. *nigelliflora* (Hook.) Mast., *P. tenuifila* Killip e *P. urnifolia* Rusby são

desejáveis para compreender a interação potencial deste heliconíneo em relação a todas as espécies de passifloráceas do Rio Grande do Sul. Destaca-se, porém, que a distribuição destas não teve correspondência com a de *D. m. moneta*, e que não há registro de uso em relação a essas plantas. Embora as larvas deste heliconíneo também tenham sobrevivido de forma expressiva em *P. misera*, *P. urubiciensis* e *P. organensis*, é importante considerar que a performance larval nem sempre corresponde à preferência de oviposição das fêmeas, que aparentemente selecionam *P. morifolia* em campo. Entretanto, são necessários testes de oviposição em insetário para verificar se este padrão realmente ocorre na presença de outras espécies de passifloráceas.

## APÊNDICES

**Apêndice 1.** Dados geográficos de *Dione moneta moneta* compilados para análises biogeográficas. A relação dos museus compilados segue listada no texto. Dados da literatura são seguidos pelas referências correspondentes entre colchetes como segue: 1- BUSTOS (2008), 2- GIOVENARDI *et al.* (2008), 3- ISERHARD *et al.* (2010), 4- SIEWERT *et al.* (2010). s.d.= ausência de data e s.c.= ausência de coletor. Latitude (S) e longitude (O) aparecem no final entre parênteses.

**ARGENTINA: Córdoba:** s.d., *Capilla del Monte*, M. Viana.col, MACN, (-30.8500, -64.5167); s.d., *Córdoba*, s.c., MACN, (-31.4000, -64.1833); s.d., *El Sauce*, M. Viana.col, MACN, (-31.1000, -64.3167); 03.05.1946, *Las Lechuzas*, Bellama.col, IFML, (-30.9166, -64.7666). **Jujuy:** 26-29.01.1949, *El Brete*, s.c., IFML, (-24.2283, -65.1777). **La Rioja:** s.d., *La Rioja*, s.c., IFML, (-29.4333, -66.8500). **Mendoza:** s.d., *Uspallata*, s.c., IFML, (-32.5833, -69.3333). **Misiones:** *Reserva Privada Yacutinga* – [1], (-25.5500, -54.0666); **Salta:** 11.07.1913, *Chicoana*, P. Jörgensen.col, MLP, (-25.1000, -65.5500); s.d., *Salta*, s.c., IFML, (-24.7833, -65.4167). **Tucumán:** -.07.1947, *Araoz*, s.c., IFML, (-27.0500, -64.9333); 07-18.02.1961, *Burrucacú*, R. Golbach.col, DZUP, (-26.5000, -64.7500); 24.01.1970, *Choromoro*, O. Mielke.col, DZUP, (-26.4000, -65.3333); 17.06.1950, *Dique de Escaba*, Willink & Monrós.col, IFML, (-27.6569, -65.7741); -.05.1947, *Famailla*, B. Garcia.col, IFML, (-27.0500, -65.4000); -.05.1948, *Finca San Genaro*, B.I. Garcia.col, IFML, (-27.2383, -65.2158); 31.05.1913, *Las Criollas*, P. Jörgensen.col, MLP, (-26.3933, -65.5133); 13.04.1967, *Los Puestos*, Z. Ajmat.col, IFML, (-27.2833, -65.0000); -.1942, *Manchalá*, Cuñard.col, IFML, (-27.0561, -65.4019); 23.04.1968, *San Javier*, A. Willink.col, IFML, (-26.7833, -65.3833); s.d., *San Pedro de Colalao*, A. Ferrari.col, IFML, (-26.2333, -65.4833); -.07.1947, *San Ramon*, B. Garcia.col, IFML, (-27.1000, -65.3333); -.03.1946, *Siambón*, D. Olea.col, DZUP, (-26.7000, -65.4500); s.d., *Tafí Viejo*, P. Girard.col, MACN, (-26.7333, -65.2667). **BOLÍVIA: La Paz:** 22-24.10.1983, *Chulumani*, Mielke & Casagrande.col, DZUP, (-16.4000, -67.5167); -.01.1951, *Sur-Yungas*, Williner.col, MACN, (-16.2533, -67.8358). **BRASIL: Minas Gerais:** -.08.1948, *Carmo do Rio Claro*, C. Alceu.col, DZUP, (-20.9667, -46.1167); 22.05.1967, *Poços de Caldas*, s.c., DZUP, (-21.8000, -46.5667); -.02.1972, *Varginha*, Alvarenga.col, DZUP, (-21.5500, -45.4333). **Paraná:** 04.02.1976, *Guarapuava*, Mielke & Buzzzi.col, DZUP, (-25.3833, -51.4500); s.d., *Ponta Grossa*, s.c., DZUP, (-25.0833, -50.1500); 28.07.1979, *Reserva*, H. Ebert.col, DZUP, (-25.8500, -52.0667). **Santa Catarina: Itaiópolis** – [4], (-26.3333, -49.9333); s.d., *Joinville*, s.c., MNRJ, (-26.3000, -48.8300); 23.04.1979, *São Bento do Sul*, H. Ebert.col, DZUP, (-26.2497, -49.3825). **São Paulo:** 22.05.1972, *Águas de Lindóia*, s.c., DZUP, (-22.4833, -46.6500); s.d., *Amparo*, s.c., MNRJ, (-22.7000, -46.7800); 08.05.1966, *Araras*, H. Ebert.col, DZUP, (-22.8167, -46.6000); 20.06.1905, *Botucatu*, s.c., MZSP, (-22.8700, -48.4300); 11.04.1963, *Cordeirópolis*, H. Ebert.col, DZUP, (-22.4833, -47.4667); -.01.1944, *Indiana*, B. Pohl.col, MZSP, (-22.1800, -51.2300); 06.08.1939, *Jaraguá*, s.c., MZSP, (-23.4500, -46.7300); 27.04.1926, *Leme*, s.c., MNRJ, (-23.9800, -48.5000); s.d., *São Paulo*, s.c., MZSP, (-23.5300, -46.6200). **Rio de Janeiro:** 27.07.1940, *Rio de Janeiro*, s.c., DZUP, (-22.9000, -43.2333); -.05.1919, *Teresópolis*, s.c., MNRJ, (-22.4300, -42.9800). **Rio Grande do Sul:** 02.05.2011, *Augusto Pestana*, G.R.P. Moreira.col, LMCI, (-28.4300, -54.0000); 10.06.1963, *Barra do Guarita*, H. Schaal.col, DZUP, (-27.1833, -53.7166); 09.11.1985, *Campo Novo*, Mielke, Araújo & Casagrande.col, DZUP, (-27.7000, -53.8000); s.d., *Cerro Largo*, s.c., MGAP, (-28.1500, -54.7500); *Frederico Westphalen* – [2], (-27.3667,

-53.4000); -.04.1941, *Guarani das Missões*, P. Piton.col, DZUP, (-28.1333, -54.5667); 08.05.1966, *Pelotas*, V. Becker.col, DZUP, (-31.7667, -52.3333); 28.03.1967, *Porto Alegre*, M. Drumond.col, MCTP, (-30.0333, -51.2000); 10.02.1976, *Santa Maria*, Mielke & Buzzi.col, DZUP, (-29.6833, -53.8000); *São Francisco de Paula* – [3], (-31.7667, -52.3333); 19.05.1940, *São Luis Gonzaga*, P. Piton.col, DZUP, (-28.4000, -54.9667). PARAGUAI: **Alto Paraná:** -.01.1980, *Itaquyry*, O.C. Mielke & Miers.col, DZUP, (-24.9333, -55.2167). **Caaguazu:** s.d., *Caaguazu*, s.c., MLP, (-25.4500, -56.0167). **Guaira:** 19.11.1951, *Villarrica*, J. Foerster.col, DZUP, (-25.7500, -56.4333).

**Apêndice 2.** Dados geográficos adicionais de *Passiflora morifolia* não incluídos no apêndice de MOREIRA *et. al.* (2011), compilados para análises biogeográficas. Dados da literatura são seguidos pelas referências correspondentes entre colchetes como segue: 1- MACDOUGAL (1994); 2- DEGINANI (2001). Latitude (S) e longitude (O) aparecem no final entre parênteses.

ARGENTINA: **Chaco:** *Colonia Benítez* – [1], (-27.3333, -58.9333); **Córdoba:** *Villa Carlos Paz* – [1], (-31.4000, -64.5167). **Salta:** *Antilla* – [1], (-26.1167, -64.6000); *Campo Alegre* – [1], (-23.1500, -64.0500); *El Naranjo* – [1], (-25.7333, -64.9183). **Tucumán:** *San Miguel de Tucuman* – [1], (-26.8167, -65.2167); *San Pedro de Colalao* – [1], (-26.2333, -65.4833); *Tafí* – [1], (-26.8667, -65.6833); *Vipos* – [1], (-26.4833, -65.3667). BOLÍVIA: **Beni:** *Rurrenabaque* – [1], (-14.4667, -67.5667). **Cochabamba:** *Cochabamba* – [1], (-17.3833, -66.1500); *Miske* – [1], (-18.0000, -65.5000). **La Paz:** *Soratá* – [1], (-15.7667, -68.6333). **Santa Cruz:** *San Ignacio de Velasco* – [1], (-16.3667, -60.9500); *Santa Cruz de La Sierra* – [1], (-17.8000, -63.1666). **Tarija:** *Villamontes* – [1], (-21.2500, -63.5000). BRASIL: **Mato Grosso:** *Chapada dos Guimarães* – [1], (-15.4333, -55.7500). **Minas Gerais:** *Caldas* – [1], (-21.9333, -46.3833). **Rio Grande do Sul:** *Santa Maria* – [1], (-29.6833, -53.8000); *Santo Ângelo* – [1], (-28.3000, -54.2667); *Santo Cristo* – S. C. Thiele, ICN 171088, 01.05.2010, (-27.8333, -54.6667). PARAGUAI: **Amambay:** *Pedro Juan Caballero* – [1,2], (-22.5667, -55.6167). **Caaguazú:** *Caaguazú* – [1,2], (-25.4500, -56.0167). **Caazapá:** *Tavai* – [1], (-26.1167, -55.5333); **Guairá:** *Villarrica* – [1,2], (-25.7500, -56.4333). **Paraguari:** *Parque Nacional Ybycui* – [1], (-26.0500, -56.8333). PERU: **Cusco:** *Maranura* – [1], (-12.9631, -72.6647); *Urubamba* – [1], (-13.3047, -72.1158).

## Normas para publicação na Zoologia

Escopo. ZOOLOGIA, periódico científico da Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), publica artigos originais em Zoologia, de autoria de membros e não-membros da Sociedade. Os manuscritos devem ter caráter científico. A priori não são aceitos para publicação: notas simples sobre ocorrência, novos registros (*e.g.* geográficos, hospedeiros), notas sobre distribuição, estudos de casos, lista de espécies e estudos similares meramente descritivos, a não ser que bem justificados pelos autores. Justificativas devem ser enviadas ao Editor-Chefe antes da submissão. Comunicações breves podem ser consideradas. Artigos de revisão somente quando solicitados. Os manuscritos são analisados por no mínimo dois revisores *ad hoc* e a decisão de aceite para publicação pauta-se nas recomendações dos editores de seção e revisores *ad hoc*.

Responsabilidade. Manuscritos são submetidos à ZOOLOGIA com o entendimento que: 1) todos os autores aprovaram a submissão; 2) os resultados ou opiniões contidas são originais; 3) o manuscrito não foi publicado anteriormente, não está sendo considerado para publicação por outra revista e não será enviado a outra revista, a menos que tenha sido rejeitado por ZOOLOGIA ou retirado do processo editorial por notificação por escrito do Editor-Chefe; 4) foram preparados de acordo com as Instruções aos Autores; 5) se aceito para publicação e publicado, o artigo ou parte deste, não será publicado em outro lugar a menos que haja consentimento por escrito do Editor-Chefe; 6) a reprodução e uso de artigos publicados em ZOOLOGIA é permitido para comprovados fins educacionais e não-comerciais. Todos os demais usos requerem consentimento e taxas serão aplicadas quando apropriado; 7) os custos para publicação por páginas e de revisão de texto são aceitas pelos autores; 8) os autores são inteiramente responsáveis pelo conteúdo científico e gramatical do artigo; 9) os autores

concordam com taxas adicionais associadas à revisão de língua inglesa, se considerada necessária.

**Idioma.** O manuscrito deve ser redigido exclusivamente em inglês. Para não causar atrasos na publicação, sugerimos que, antes de submetido, seja revisado preferencialmente por especialista da área que tenha o inglês como primeira língua. Após recomendação para publicação, será revisado pela editoria em língua inglesa e poderá ser solicitada revisão final de idioma.

**Seções.** Sistemática e evolução, Taxonomia e nomenclatura, Biogeografia, Morfologia e fisiologia, Biologia, Ecologia, Simbiose, Conservação, Comportamento, Genética, Zoologia aplicada, Aqüicultura e pesca.

**Taxas.** Membros da SBZ são isentos de taxas de publicação, no entanto, para não-membros é exigido pagamento por página publicada, conforme indicado em lista de preços publicadas no site da Sociedade ([www.sbzoologia.org.br](http://www.sbzoologia.org.br)).

**Submissão.** Somente serão aceitas submissões eletrônicas, através do seguinte endereço: <http://submission.scielo.br/index.php/rbzool/index>. Por meio desse sistema de submissão, você pode submeter o manuscrito e acompanhar o status do mesmo durante todo o processo editorial. Garantindo rapidez e segurança na submissão do seu manuscrito e agilizando o processo de avaliação. Caso encontre alguma dificuldade com o sistema, existem vários tutoriais no site da Sociedade Brasileira de Zoologia que poderão auxiliar os autores. O manuscrito deverá ser preparado de acordo com as Orientações aos Autores.

Ao encaminhar um manuscrito para a revista, os autores devem estar cientes de que, se aprovado para publicação, o copyright do artigo, incluindo os direitos de reprodução em todas as mídias e formatos, será concedido exclusivamente para a

Sociedade Brasileira de Zoologia. A revista não recusará as solicitações legítimas dos autores para reproduzir seus trabalhos.

Para mais informações sobre o formato e o estilo da revista, favor consultar um número recente da Revista ou o site da Revista em [www.sbzoologia.org.br](http://www.sbzoologia.org.br). Informações adicionais podem ser obtidas com a editoria científica através do e-mail [sbz@sbzoologia.org.br](mailto:sbz@sbzoologia.org.br).

#### Forma e preparação de manuscrito

ORIENTAÇÕES GERAIS ZOOLOGIA, periódico científico da Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ), publica artigos originais em Zoologia, de autoria de sócios e não-sócios da Sociedade. Membros da SBZ podem publicar sem taxas, no entanto, para não-sócios é requerido o pagamento de taxa por página publicada, conforme indicado em lista atualizada disponível na página eletrônica da Sociedade (<http://www.sbzoologia.org.br>).

Manuscritos devem ser preparados somente em inglês. A submissão de manuscritos para ZOOLOGIA está disponível somente através do endereço <http://submission.scielo.br/index.php/rbzool/index>. O sistema de submissão é amigável e permite aos autores monitorar o trâmite de publicação. Caso encontre alguma dificuldade para utilização do sistema, existem vários tutoriais no site da SBZ que o auxiliarão. Todos os documentos devem ser preparados através de programa um editor de textos (preferencialmente MS Word ou compatível).

ZOOLOGIA não publicará notas simples de ocorrência, novos registros (*e.g.* geográfico, hospedeiro), nota de distribuição, estudos de caso, lista de espécies e estudos similares meramente descritivos, a não ser que bem justificados pelos autores. Justificativas devem ser enviadas ao Editor-Chefe antes da submissão.

## RESPONSABILIDADE

Manuscritos são recebidos por ZOOLOGIA com o entendimento que:

- todos os autores aprovaram a submissão;
- os resultados ou idéias contidas são originais;
- o manuscrito não foi publicado anteriormente, não está sendo considerado para publicação por outra revista e não será enviado a outra revista, a menos que tenha sido rejeitado por ZOOLOGIA ou retirado do processo editorial por notificação por escrito do Editor-Chefe;
- foram preparados de acordo com estas Instruções aos Autores;
- se aceito para publicação e publicado, o artigo ou parte deste, não será publicado em outro lugar a menos que haja consentimento por escrito do Editor-Chefe;
- a reprodução e uso de artigos publicados em ZOOLOGIA é permitido para comprovados fins educacionais e não-comerciais. Todos os demais usos requerem consentimento e taxas serão aplicadas quando apropriado;
- os custos para publicação por páginas e de revisão de texto são aceitos pelos autores;
- os autores são inteiramente responsáveis pelo conteúdo científico e gramatical do artigo;
- os autores concordam com possíveis taxas adicionais associadas à revisão de língua inglesa, se considerada necessária.

## FORMAS DE PUBLICAÇÃO

Artigos: artigos originais em todas as áreas da Zoologia.

Comunicações Breves: esta forma de publicação representa sucinta e definitiva informação (opondo-se a resultados preliminares) que não proporcione sua inclusão em

um típico, mais abrangente artigo. Uma técnica nova ou modificada pode ser apresentada com uma nota de pesquisa somente se a técnica não utilizada em estudos em andamento. Geralmente, técnicas são incorporadas na seção Material e Métodos de um artigo formal.

**Artigos de Revisão:** somente são publicadas revisões sob convite. Revisões não solicitadas não devem ser submetidas, no entanto, tópicos podem ser sugeridos ao editor ou membros do corpo editorial.

**Opinião:** cartas ao editor, comentários sobre outras publicações ou opiniões, visões gerais e outros textos que caracterizem-se como opinião de um ou um grupo de cientistas.

**Resenha de Livros:** livros que possuam amplo interesse para os membros da Sociedade serão resenhados sob convite.

**Biografias Curtas:** biografia de importantes zoólogos com significativa contribuição para o conhecimento da Zoologia.

## MANUSCRITOS

O texto de ser justificado à esquerda e páginas e linhas devem ser numeradas. Utilize fonte Times New Roman tamanho 12. A primeira página deve incluir: 1) o título do artigo incluindo o nome(s) da(s) maior(es) categoria(s) taxonômica(s) do(s) animal(ais) tratado(s); 2) o nome(s) do(s) autor(es) com sua afiliação profissional, somente com o propósito de correspondências, afiliações adicionais devem ser incluídas na seção Agradecimentos; 3) nome do autor correspondente com endereço completo para correspondência, incluindo e-mail; 4) um resumo em inglês; 5) até cinco palavras-chave em inglês, listadas em ordem alfabética e diferentes daquelas utilizadas no título.

A informação total dos itens 1 a 5 não devem exceder 3,500 caracteres incluindo espaços, exceto se autorizado pelo Editor-Chefe.

Citações bibliográficas devem ser digitadas em caixa alta reduzida (versalete), como indicado: Smith (1990), (Smith 1990), Smith (1990: 128), Smith (1990, 1995), Lent & Jurberg (1965), Guimarães et al. (1983). Artigos de um mesmo autor ou seqüências de citações devem ser em ordem cronológica.

Somente nomes de gêneros e espécies devem ser digitados em itálico. A primeira citação de um táxon animal ou vegetal deve ser acompanhado pelo nome do autor, data (de plantas se possível) e família, seguindo a padronização determinada pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

O manuscrito de artigos científicos deve ser organizado como indicado abaixo. Outras seções e subdivisões são possíveis mas o Editor-Chefe e Corpo Editorial deverão aceitar o esquema proposto.

#### Artigos e Revisões Solicitadas

Título. Evite verbosidades tais como "estudos preliminares sobre...", "aspectos de..." e "biologia ou ecologia de...". No título, não utilize citações de autor e data em nomes científicos. Quando nomes de táxons forem mencionados no título, deverão ser seguidos pela indicação de categorias superiores entre parênteses.

Resumo. O resumo deve ser relativo aos fatos (contrapondo-se a indicativo) e deve delinear os objetivos, métodos usados, conclusões e significância do estudo. O texto do resumo não deve ser subdividido nem conter citações bibliográficas (exceções serão analisadas pelos editores). deve constituir-se em um único parágrafo.

Palavras-chave. Utilizar até cinco palavras-chave em inglês, dispostas em ordem alfabética, diferentes daquelas contidas no título e devem ser separadas por ponto e vírgula. Evite o uso de expressões compostas.

**Introdução.** A introdução deve estabelecer o contexto do documento expressando a área de interesse geral, apresentando resultados de outros que serão contestados ou expandidos e descrevendo a questão específica a ser abordada. Explicações de trabalho anterior devem ser limitadas ao mínimo de elementos necessários para dar uma perspectiva adequada. A introdução não deve ser subdividida.

**Material e Métodos.** Esta seção deve ser curta e concisa. Deve fornecer informação suficiente que permita a repetição do estudo por outros. Técnicas padronizadas ou previamente publicadas podem ser referenciadas, mas não detalhadas. Se a seção Material e Métodos for curta, não deve ser subdividida. Evite extensiva divisão em parágrafos.

**Resultados.** Esta seção deve restringir-se concisamente sobre novas informações. Tabelas e figuras devem ser utilizados apropriadamente, mas as informações apresentadas nelas não devem ser repetidas no texto. Evite detalhamento de métodos e interpretação dos resultados nesta seção.

Trabalhos taxonômicos têm um estilo distinto que deve ser considerado na elaboração do manuscrito. Em artigos taxonômicos a seção Resultados é substituída pela seção denominada TAXONOMIA, iniciando na margem esquerda. A descrição ou redescricao de espécies é acompanhada por um resumo taxonômico. A seção resumo taxonômico compreende uma lista de sítios, localidade e espécimes depositados (com os respectivos números de depósito em coleções científicas). A citação apropriada segue a seqüência e o formato: País, Província ou Estado: Cidade ou Região (localidades menores, redondezas e outros, latitude, longitude, todos entre parênteses), número de espécimes, sexo (se aplicável), data de coleta, coletor seguido pela palavra leg., número de coleção. Este é um padrão geral que pode ser adaptado para diferentes situações e grupos. Inúmeros exemplos podem ser encontrados em fascículos anteriores de

ZOOLOGIA. O resumo taxonômico é seguido pela seção comentários (Comentários). Os comentários substituem a discussão de outros tipos de artigos e fornecem comparações com taxa similares. São exigidos números de registro em coleções científicas para material-tipo (novos taxa) e para espécimes testemunha. Espécimes tipo, especialmente holótipos (sintipos, cótipos), não devem ser depositados em coleções particulares. Material fotográfico adequado deve ser depositado, se necessário. Para tecidos congelados também deve ser informado números de registro se depositados em um museu.

Discussão. Interpretação e explanação da relação entre resultados obtidos e o conhecimento atual deve existir na seção Discussão. Deve ser dada ênfase sobre novos achados importantes. Novas hipóteses devem ser claramente identificadas. Conclusões devem ser suportadas por fatos ou dados. Subdivisões são possíveis.

Uma seção Conclusão não é permitida em Zoologia.

Agradecimentos. Devem ser concisos. A ética requer que colegas sejam consultados antes que seus nomes sejam citados pelo seu auxílio no estudo.

Literatura Citada. Citações são ordenadas alfabeticamente. Todas as referências citadas no texto devem ser incluídas na seção Literatura Citada e todos os itens nesta seção devem ser citados no texto. Citação de estudos não publicados ou relatórios não são permitidas. Volume e número de páginas devem estar disponíveis para periódicos. Cidade, editora e paginação total para livros. Resumos não sujeitos ao processo de avaliação por pares não devem ser citados. Trabalhos podem ser citados excepcionalmente como "no prelo" somente até o estágio de revisão de texto, quando a referência deverá ser completada ou suprimida caso não ainda tenha sido publicada. Se absolutamente necessário, um relato pode ser documentado no texto do manuscrito como "pers. comm.", alertando a pessoa citada que sua comunicação pessoal será

transcrita em seu artigo. Comunicações pessoais não deverão ser incluídas na seção Literatura Citada. As referências citadas no texto devem ser listadas no final do manuscrito, de acordo com os exemplos abaixo. O título de cada periódico deve ser completo e sem abreviações.

#### Periódicos

Sempre que disponível, inclua o DOI (Digital Object Identifier) como demonstrado abaixo.

GUEDES, D.; R.J. YOUNG & K.B. STRIER. 2008. Energetic costs of reproduction in female northern muriquis, *Brachyteles hypoxanthus* (Primates: Platyrrhini: Atelidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 25 (4): 587-593. doi: 10.1590/S0101-81752008000400002.

LENT, H. & J. JURBERG. 1980. Comentários sobre a genitália externa masculina em *Triatoma* Laporte, 1832 (Hemiptera, Reduviidae). *Revista Brasileira de Biologia* 40 (3): 611-627.

SMITH, D.R. 1990. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera, Symphita) of America South of the United States: Pergidae. *Revista Brasileira de Entomologia* 34 (1): 7-200.

#### Livros

HENNING, W. 1981. *Insect phylogeny*. Chichester, John Wiley, XX+514p.

#### Capítulo de livro

HULL, D.L. 1974. Darwinism and historiography, p. 388-402. In: T.F. Glick (Ed.). *The comparative reception of Darwinism*. Austin, University of Texas, IV+505p.

#### Páginas eletrônicas

MARINONI, L. 1997. Sciomyzidae. In: A. Solis (Ed.). Las Familias de insectos de Costa Rica. Available online at: <http://www.inbio.c.cr/papers/insectoscr/texto630.html> [Accessed: date of access].

Ilustrações. Fotografias, desenhos, gráficos e mapas devem ser designados como figuras. Fotos devem ser nítidas e possuir bom contraste. Por favor, sempre que possível, organize os desenhos (incluindo gráficos, se for o caso) como pranchas de figuras ou fotos, considerando o tamanho da página da revista. O tamanho de uma ilustração, se necessário, deve ser indicado utilizando-se barras de escala verticais ou horizontais (nunca utilize aumento na legenda). Cada figura deve ser numerada com algarismos arábicos no canto inferior direito. Ao preparar as ilustrações, os autores devem ter em mente que o tamanho do espelho da revista é de 17,0 por 21,0 cm e da coluna é de 8,3 por 21,0 cm, devendo ser reservado espaço para legendas e também devendo haver proporcionalidade a estas dimensões. Figuras devem ser citadas no texto em seqüência numeral. Para propósitos de revisão, todas as figuras devem ser inseridas no final do texto, após a seção Literatura Citada ou após as tabelas caso existam. Os autores devem estar cientes que, se aceito para publicação em ZOOLOGIA, todas as figuras e gráficos deverão ser enviados ao editor com qualidade adequada (ver abaixo). Ilustrações devem ser salvas em formato TIF com modo de compressão LZW e enviados arquivos separados. A resolução final é de 600 dpi para ilustrações em preto e branco e de 300 dpi para as coloridas. Os arquivos de ilustrações devem ser inseridos no sistema de submissão como arquivos suplementares. O upload é limitado a 10 MB por arquivo. Figuras coloridas podem ser publicadas desde que o custo adicional seja assumido pelos autores. Alternativamente, os autores podem escolher por publicar ilustrações em preto e branco na versão impressa da revista e mantê-las em cores na versão eletrônica sem custo adicional. Independentemente da escolha, estas figuras

devem ser incorporadas, em baixa resolução mas com boa qualidade, diretamente no manuscrito somente para os fins de revisão. Cada figura ou conjunto de figuras sob a mesma legenda (prancha), deve ser incluída no final do manuscrito, em páginas separadas. Legendas das figuras devem ser posicionadas logo após a seção Literatura Citada. Use parágrafos separados para cada legenda de figura ou grupo de figuras. Observe publicações anteriores e siga o padrão adotado para legendas.

**Tabelas.** Tabelas devem ser geradas pela função de tabelas do processador de texto utilizado, são numeradas com algarismos romanos e devem ser inseridas após a lista de legendas de figuras. Não utilize marcas de parágrafo no interior das células da tabela. Legendas devem ser inseridas imediatamente antes de cada tabela.

#### Comunicações Breves

Manuscritos devem ser organizados de maneira similar aos artigos originais com as seguintes modificações.

**Texto.** O texto de um nota científica (i.e. Introdução + Material e Métodos + Discussão) é escrito diretamente, sem divisão em seções. Agradecimentos podem ser fornecidos, sem cabeçalho, como o último parágrafo do texto. A literatura deve ser citada no texto como descrito para artigos.

Literatura Citada, legendas de figuras, tabelas e figuras. Estes itens seguem a forma e seqüência descrita para artigos.

#### Opinião

**Título.** Basta fornecer um título para a opinião.

**Text.** Deve ser conciso, objetivo e sem figuras (a menos que seja absolutamente necessário).

Nome e endereço do autor. Esta informação segue o texto ou a seção Literatura Citada, caso esta exista. O nome do revisor deve estar em negrito.

#### Resenhas de Livros

Título. Fornecer o título do livro como indicado abaixo: *Toxoplasmosis of Animals and Man*, by J.P. Dubey & C.P. Beattie. 1988. Boca Raton, CRC Press, 220p. As palavras "edited by" são substituídas por "by" quando apropriado.

Texto. O texto geralmente não é subdividido. Caso seja necessário citar literatura, a seção Literatura Citada deverá ser incluída e seguir o mesmo estilo adotado para artigos.

Figuras e tabelas não devem ser utilizadas.

Nome e endereço do autor. Esta informação segue o texto ou a seção literatura citada, caso presente. O nome do revisor deve ser digitado em negrito.

#### Biografias

Título. O título inicia-se com o nome da pessoa cuja biografia está sendo escrita, em negrito, seguido pela data de aniversário ou morte (se for o caso), entre parênteses.

Por exemplo:

**Lauro Travassos (1890-1970)**

Texto. O texto usualmente não é subdividido. Caso seja necessário citar literatura, a seção Literatura Citada deverá ser incluída e seguir o mesmo estilo adotado para artigos.

Figuras e tabelas não devem ser utilizadas.

Name e endereço do autor. Esta informação segue o texto ou a seção literatura citada, caso presente. O nome do revisor deve ser digitado em negrito.

#### PROCEDIMENTOS

Manuscritos submetidos à ZOOLOGIA serão inicialmente avaliados pelos editores Chefe e Assistente quanto a adequação e para determinação da área específica. Um

primeira avaliação da língua inglesa é efetuada neste momento. Manuscritos com problemas serão retornados aos autores. Uma vez que a área específica seja determinada/confirmada, o manuscrito é enviado, pelo Editor-Chefe, ao Editor de Seção apropriado. O Editor de Seção encaminha o manuscrito para os Revisores, no mínimo dois. Cópias do manuscrito com os comentários dos revisores e a decisão do Editor de Seção, serão retornados para o Autor correspondente para avaliação. Os autores terão até 30 dias para responder ou cumprir a revisão e retornar a versão revisada do manuscrito para a seção adequada no sistema eletrônico de submissão. Uma vez aprovado, o manuscrito original, os comentários dos revisores, os comentários do Editor de Seção, juntamente com a versão corrigida e os respectivos arquivos de figuras, devidamente identificados, são retornados ao Editor-Chefe. Excepcionalmente, o Editor-Chefe pode, após consulta aos editores de seção, modificar a recomendação dos Revisores e Editor de Seção, com base em justificativa adequada. Alterações a posteriori ou adições poderão ser recusadas. Uma versão de revisão do manuscrito será enviada aos autores para apreciação final. Este representa o último momento para alterações substanciais, desde que devidamente justificadas. A próxima etapa é restrita a correções tipográficas e de formatação. Provas eletrônicas serão submetidas ao Autor correspondente para apreciação antes da publicação.

#### SEPARATAS

O Autor correspondente receberá arquivo eletrônico (no formato PDF) do artigo após sua publicação. Autores poderão imprimir o arquivo e distribuir cópias impressas de seu artigo conforme sua necessidade. Autores também poderão distribuir eletronicamente o arquivo para terceiros, da mesma maneira. Entretanto, solicitamos que os arquivos PDF não sejam distribuídos através de grupos de discussão ou sistemas

de envio de mensagens em massa (não faça SPAM). É importante para a revista ZOOLOGIA que os usuários visitem a página eletrônica do periódico na Scientific Electronic Library Online (SciELO) e acessem os artigos publicados para fins estatísticos. Atuando desta maneira, você estará auxiliando o incremento dos índices de qualidade de ZOOLOGIA.

#### ESPÉCIMES TESTEMUNHA E TIPOS

Os manuscritos devem informar os museus ou instituições onde os espécimes (tipos ou testemunha) estão depositados e seus respectivos números de depósito.

Envio de manuscritos

Somente serão aceitas submissões eletrônicas, através do seguinte endereço:  
<http://submission.scielo.br/index.php/rbzool/index>.