
POLICROMATISMO DE *ARGIOPE ARGENTATA* (ARANEAE, ARANEIDAE) EM QUATRO LOCALIDADES DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Arthur Diesel Abegg^{1*}, Conrado Mario da Rosa¹, Leandro Malta Borges¹, Vinícius da Costa Silva¹ & Rocco Alfredo Di Mare²

¹ Departamento de Biologia, Laboratório de Biologia Evolutiva, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria – RS, Brasil.

² Departamento de Biologia, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário, Faixa de Camobi, km 9, 97115-900 Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

* Autor para correspondência: Arthur Diesel Abegg - arthur_abegg@hotmail.com

RESUMO

A coloração animal é uma importante característica biológica com diferentes funções relacionadas às estratégias de vida. Em aranhas, a coloração pode ter função de camuflagem, mimetismo, termorregulação e seleção sexual. Levando-se em consideração o polimorfismo de cor da espécie e seu possível significado ecológico, são descritos neste estudo os padrões de coloração de *Argiope argentata* em áreas de quatro municípios do Rio Grande do Sul, Brasil: Derrubadas, Santa Maria, Rosário do Sul e Nova Palma, todos fotografados *in situ*. Foram encontrados seis padrões de coloração, que apresentaram diferenças em frequência.

Palavras-chave: *Argiope argentata*; Policromatismo; Rio Grande do Sul.

ABSTRACT

Polychromatism of *Argiope argentata* (Araneae, Araneidae) in four areas of Rio Grande do Sul state, Brazil. Animal coloration is an important biological trait with different functions related to life strategies. In spiders, the color may be camouflage function, mimicry, thermoregulation or sexual selection. Taking into account the color polymorphism of the species and its possible ecological significance, in this study are described the coloration patterns of *Argiope argentata* in four localities of the Rio Grande do Sul, Brazil: Derrubadas, Santa Maria, Rosario do Sul and Nova Palma, all photographed *in situ*. Were found six color patterns, which show differences in frequency.

Key words: *Argiope argentata*; Polychromatism; Rio Grande do Sul.

INTRODUÇÃO

A coloração animal é um importante atributo biológico, com diferentes funções relacionadas às estratégias de vida (Owen, 1969; Endler, 1978; Del-Claro, 2004). O policromatismo está presente em diversos grupos animais e, em muitos casos, associado a forças seletivas determinadas por processos como predação diferencial e seleção sexual (Vasconcellos-Neto & Gonzaga, 2000; Wellenreuther *et al.*, 2014). Embora os fatores que regulem a frequência de determinados padrões de cores em animais variem, o polimorfismo parece se manter sempre baseado em fortes interações ecológicas dos espécimes com o meio ambiente e a eficácia de um predador ou parceiro sexual em encontrar o seu alvo (Moment, 1962; Endler, 1983; Wellenreuther *et al.*, 2014).

Padrões de coloração têm sido explicados como resultado evolutivo direcionado predadores visualmente orientados. Deste modo, podem ocorrer dois caminhos evolutivos prováveis. No primeiro, as cores da presa assemelham-se a uma parte eventual do substrato, tornando-a críptica e dificultando sua visualização pelos predadores; na segunda a presa exhibe-se através de cores vistosas, que contrastam com o substrato. Assim, as presas conspícuas podem ser favorecidas por apresentarem substâncias químicas ou estruturas que as tornam impalatáveis ou por serem semelhantes a outros animais impalatáveis. Presas palatáveis também podem desenvolver cores vistosas quando apresentam características comportamentais que dificultem sua captura (Moodie, 1972; Endler, 1978; Stiles, 1979; Hagen *et al.*, 1980; Heal, 1982; Brakefield & Willmer, 1985; Vasconcellos-Neto & Gonzaga, 2000).

Quando a morfologia exibida por dois indivíduos é igualmente críptica aos predadores que usam a imagem para forragear, a forma rara pode apresentar uma vantagem seletiva sobre a forma mais comum. Esse tipo de seleção dependente da frequência é conhecida como seleção apostática (Clarke, 1969) ou seleção reflexiva (Moment, 1962). A força da seleção apostática (estabilizadora ou reflexiva) pode variar com a densidade, palatabilidade e conspicuidade da presa (Allen, 1988).

Em aranhas, o policromatismo tem sido relatado em muitas espécies, geralmente com o número de formas variando de dois a três, e variando significativamente na diversidade de padrões e entre os sexos (Oxford & Gillespie 1998). Nesse grupo, sabe-se que a coloração pode ter função de camuflagem, termorregulação e seleção sexual (Robinson & Robinson, 1978; Oxford & Gillespie, 2001; Théry *et al.*, 2005; Lim & Li, 2006; Gawryszewski, 2007).

A aranha *Argiope argentata* (Fabricius, 1775) apresenta dimorfismo sexual bastante acentuado (Hormiga *et al.*, 2000) podendo alcançar até 18,8 mm de comprimento em fêmeas. Já os machos são muito menores, medindo até 5,2 mm, sendo difíceis de encontrar. A espécie é encontrada geralmente em áreas abertas e bordas de matas, com grande incidência de luz solar (Russini, 2006). Distribui-se desde América do Norte, do Sul da Flórida e Califórnia até o Norte do Chile, Argentina e Brasil, ocorrendo desde áreas de altitude elevada até o nível do mar (Levi, 2004). No estado do Rio Grande do Sul ocorrem três espécies do gênero *Argiope*: *A. argentata*, *A. ericae* Levi, 2004 e *A. trifasciata* (Forsk., 1775). *A. argentata* (Fig. 1) pode ser distinguida das demais pela morfologia externa e coloração ventral do opistossoma, que é escuro com uma listra transversal amarelada. A região dorsal, em fêmeas, que pode ter cor diferente do restante do dorso, apresenta grande variedade no padrão cromático, possuindo 10

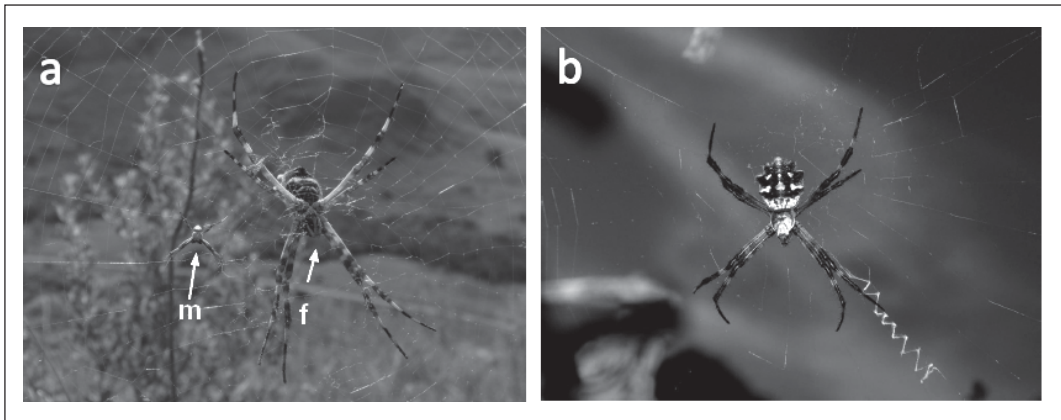


Fig. 1. (a) *Argiope argentata* macho (m) e fêmea (f), em vista ventral. (b) *A. argentata* em sua posição típica na teia.

lóbulo (dois anteriores, três pleurais pareados, um caudal e um médio-dorsal).

Levando-se em consideração o polimorfismo de cor da espécie e a sua possível função ecológica, sobreposta à falta de estudos dirigidos sobre o tema, o objetivo do presente trabalho foi descrever os padrões de coloração encontrados em *A. argentata* em quatro localidades e discutir possíveis explicações para este polimorfismo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para verificar as frequências dos diferentes padrões de coloração de *Argiope argentata* foram realizadas amostragens aleatórias (um total de oito amostragens), com duração média de quatro horas por dia em cada município, de janeiro a junho de 2013. Cada município foi amostrado duas vezes, totalizando oito horas de procura por local, realizados sempre por três observadores. Quatro municípios foram amostrados (Fig. 2). 1) Derrubadas (Parque Estadual do Turvo ($27^{\circ}15'24.67''S$ e $53^{\circ}51'33.17''O$), localizado na região noroeste do estado, caracterizada pelo bioma Mata Atlântica. 2) Santa Maria (Campus da Universidade Federal de Santa Maria): $29^{\circ}42'49.04''S$ e $53^{\circ}43'4.39''O$, área fortemente antropizada, localizada na porção central do estado, na região da Depressão Central. 3) Rosário do Sul (Terceiro Distrito do Caverá: $30^{\circ}19'26.82''S$ e $55^{\circ}10'47.66''O$), formação geológica localizada na porção oeste do Rio Grande do Sul, fazendo parte da Área de Proteção Ambiental do Ibirapuitã. 4) Nova Palma (Nono Distrito Rincão do Padilha: ($29^{\circ}23'32.97''S$ e $53^{\circ}27'51.75''O$), município localizado entre a Encosta da Serra Geral e a Depressão Central, na Quarta Colônia de Imigração Italiana, sendo observados exemplares especialmente em local de monocultura de soja. Todos os indivíduos de *A. argentata* encontrados foram fotografados *in situ* sendo utilizada câmera Nikon p510, mantendo-se sempre as mesmas configurações da câmera, com disparo de *flash*, sendo as aranhas deixadas em campo.

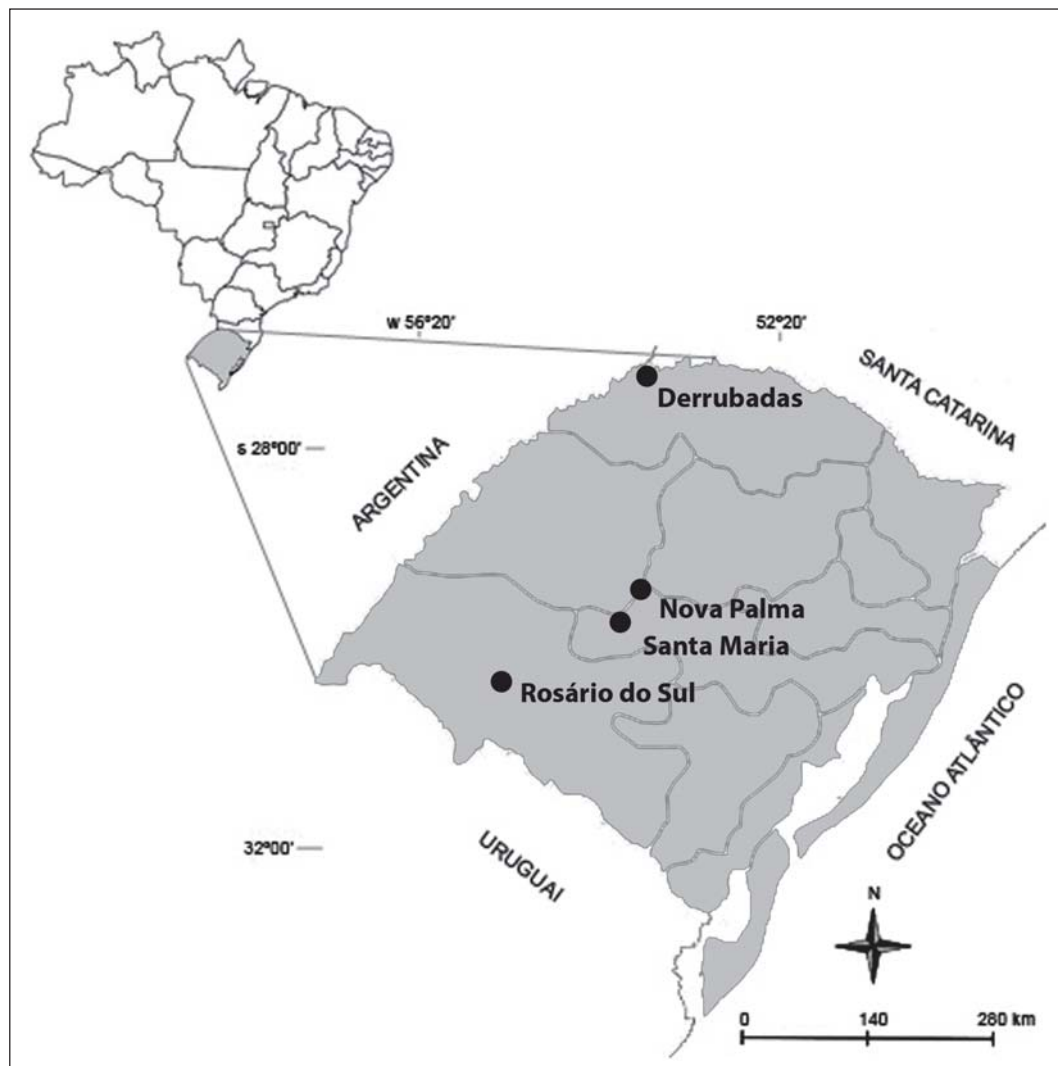


Fig. 2. Mapa do estado do Rio Grande do Sul. Em destaque (círculos pretos) as quatro áreas amostradas para o levantamento da variação policromática de *A. argentata* no estado do Rio Grande do Sul.

O opistossoma da espécie é pouco esclerotizado, apresentando projeções conspícuas, que podem ou não ter a mesma coloração do restante do dorso. Gawryszewski (2007) trabalhou com policromatismo de *Gasteracantha cancriformis* (Linnaeus, 1758), caracterizando as diferentes formas conforme a variação apresentada na cor geral do dorso e dos espinhos. Visto que *A. argentata* apresenta diversas projeções abdominais

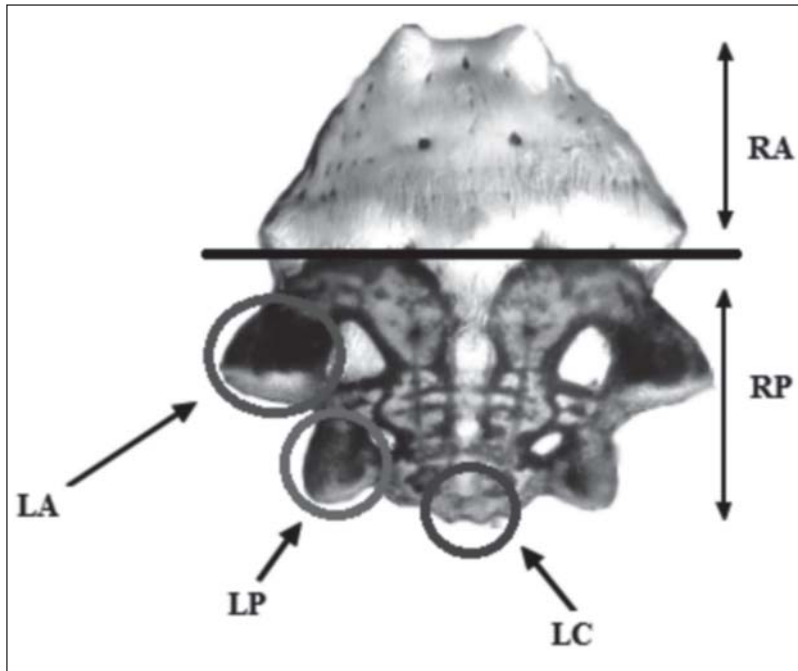


Fig. 3. Setores do opistossoma de *A. argentata* utilizados para caracterização dos polimorfismos. Lóbulo anterior (LA); Lóbulo posterior (LP); Lóbulo caudal (LC); Região anterior (RA) e região posterior (RP).

(neste trabalho chamadas de “lóbulos” e não de espinhos, pelo fato de *A. argentata* as apresentarem de textura muito mais macia que *G. cancriformis*), foi adotado o mesmo método para setorizar o opistossoma de *A. argentata* em cinco partes para caracterizar os diferentes padrões de coloração (Fig.3).

A Tabela 1 e a Fig. 4 ilustram as diferentes formas (padrões de coloração) de *A. argentata* encontradas nas áreas de estudo, sendo denominados de: forma 1 (F1), região anterior argêntea e região posterior amarela com lóbulos amarelos; forma 2 (F2), região anterior argêntea e região posterior amarela e preta com lóbulos pretos; forma 3 (F3), região anterior argêntea e região posterior laranja e preta com LA preto, LP preto e laranja e LC laranja; forma 4 (F4), região anterior argêntea e preta e região posterior preta com LA e LP pretos e LC amarelo; forma 5 (F5), região anterior argêntea e região posterior laranja com lóbulos laranjas; forma 6 (F6), região anterior laranja-avermelhada, bem como a região posterior e os lóbulos.

RESULTADOS

Na tabela 2 estão registrados o número e a porcentagem de indivíduos observados em cada localidade, de acordo com o padrão de coloração. Foram observados 118 indivíduos de *Argiope argentata*, distribuídos em seis formas (F), classificadas de acordo com a coloração

Tabela 1. Comparativo caracterizando as diferenças de cada forma (F) nas regiões do opistosoma de *A. argentata*. Região anterior (RA), região posterior (RP), lóbulo anterior (LA), lóbulo posterior (LP) e lóbulo caudal (LC).

Regiões	F1	F2	F3	F4	F5	F6
RA	Argênteo	Argênteo	Argênteo	Argênteo e preto	Argênteo	Laranja-avermelhado
RP	Amarelo	Amarelo e preto	Laranja e preto	Preto	Laranja	Laranja-avermelhado
LA	Amarelo	Preto	Preto	Preto	Laranja	Laranja-avermelhado
LP	Amarelo	Preto	Laranja e preto	Preto	Laranja	Laranja-avermelhado
LC	Amarelo	Preto	Laranja	Amarelo	Laranja	Laranja-avermelhado

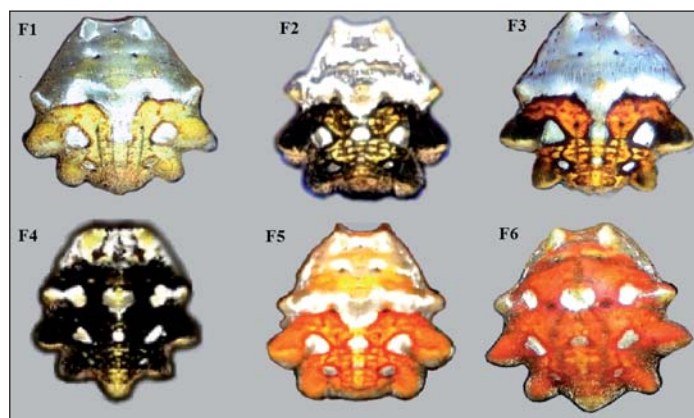


Fig. 4. Variações de coloração do opistosoma de *A. argentata* encontrados no Rio Grande do Sul.

Tabela 2. Número de indivíduos observados e porcentual por localidade dos diferentes padrões de coloração de *A. argentata* do Rio Grande do Sul.

Localidade	Hábitat	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Total
Derrubadas	Floresta (clareira)	8 (12,3%)	0	0	0	0	0	8
Santa Maria	Campo	9 (13,8%)	2 (9%)	0	2 (66%)	0	0	13
Rosário do Sul	Campo	14 (21,5%)	8 (35%)	0	1 (33%)	4 (100%)	3 (100%)	30
Nova Palma	Campo	34 (52,3%)	13 (56%)	20 (100%)	0	0	0	67
Total		65 (55,1%)	23 (19,5%)	20 (16,9%)	3 (2,5%)	4 (3,4%)	3 (2,5%)	118

do abdome (Tabela 1). Considerando-se todas as localidades investigadas (Tabela 2), a F1 foi a mais frequente ($n = 65$ (55,1%)); seguida pela F2 ($n = 23$ (19,5%)); F3 ($n = 20$ (16,9%)); F5 ($n = 4$ (3,4%)); F6 ($n = 3$ (2,5%)) e F4 ($n = 3$ (2,5%)). A F1 foi a única observada em todas as localidades investigadas: oito (12,3%) indivíduos em Derrubadas, nove em Santa Maria (13,8%), 14 em Rosário do Sul (21,5%) e 34 (52,3%) em Nova Palma. Em Nova Palma foi observado o maior número de indivíduos (67), sendo que 52% foram da F1. O menor número de indivíduos foi observado em Derrubadas (8), em clareiras na floresta, todos pertencentes a F1.

DISCUSSÃO

A menor diversidade e abundância observadas em Derrubadas pode estar associada à vegetação predominante de floresta, configurando um hábitat menos adequado, já que a espécie é observada, principalmente, em áreas abertas e bordas de mata (Russini, 2006), como foi observado em Nova Palma e Rosário do Sul, cujas localidades eram de campo aberto.

A coloração nos animais, incluindo aranhas, pode desempenhar diferentes funções, como por exemplo, na termorregulação (Burt-Jr., 1981), na camuflagem e/ou padrões crípticos (Merilaita, 2003). Em *Argiope argentata* a associação da coloração com a temperatura ambiente (melanismo termal) (Burt-Jr., 1981) não parece ser adequada, pois as formas observadas, aparentemente, não estão associadas com temperatura, já que as médias anuais de temperatura entre as localidades variam entre 18,8 °C (Rosário do Sul) e 19,95 °C (Santa Maria).

Segundo observações pessoais, foi percebido em *Argiope argentata* que indivíduos recém eclodidos apresentam coloração mais clara e uniforme, que com o tempo vai se alterando para um padrão de coloração definitivo. O mesmo foi ressaltado por Gavryszewski (2007) em imaturos de *Gasteracantha cancriformis* (Araneae: Araneidae). Isso sugere que a coloração poderia estar associada à ontogenia, como foi observado por Graf & Nentwig (2001) e Dias (2004).

Em *Heliconius erato* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera) verifica-se a seleção de fenótipos em que as formas vermelha e preta ocorrem em áreas abertas e estão ausentes nas florestas, onde predomina a forma “tigre” (amarela, laranja e preta) (Benson, 1985). Na aranha *Gasteracantha curvispina* (Guérin, 1837), os diferentes padrões de cor se distribuem conforme a quantidade de cobertura vegetal, e a sobrevivência dos fenótipos está relacionada com os seus padrões de cores (Edmunds & Edmunds, 1986). Não existem informações sobre a composição genética do policromatismo de *A. argentata*, nem dados referentes à influência do ambiente na seleção dos fenótipos. Entretanto, o policromatismo poderia estar relacionado com a ocorrência dos fenótipos de *A. argentata* de acordo com a cobertura vegetal, mais notavelmente com as formas F5 e F6, em que as cores predominantes são laranja e laranja-avermelhada, respectivamente. Essas formas, pela ausência de coloração vermelha no interior e bordas da mata, poderiam ser facilmente identificáveis por predadores visualmente orientados e serem predadas. Portanto, a

ocorrência dessas formas ficaria limitada às áreas de campo, o que foi de fato por nós observado.

Todavia, a coloração de *A. argentata* poderia estar associada com mimetismo. Em aranhas o mimetismo Batesiano é descrito com maior frequência, no qual a aranha interage de forma indireta com um modelo (Campón, 2007). Segundo Cushing (1997) a semelhança de aranhas com formigas pode inibir a ação de predadores já que essas apresentam defesas notáveis. Por outro lado, o policromatismo de *A. argentata* pode estar associado ao fato das formas mais coloridas apresentarem maior sucesso de caça e são mais suscetíveis à predação contrastando com as formas menos coloridas que capturam menos presas, mas em compensação também são menos predadas, como ocorre em *Nephila pilipes* (Fabricius, 1793) (Nephilidae) (Tso *et al.*, 2002).

Diante do exposto, são necessários mais estudos para entender a origem, manutenção e importância ecológica da variação cromática em *A. argentata*, uma vez que os dados não são suficientemente conclusivos para associar a variação com relações ecológicas já observadas em outras espécies de aranhas.

REFERÊNCIAS

- Allen J. A. 1988. Frequency-Dependent Selection by Predators. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 319(1196): 485-503.
- Benson W. W. 1985. Amazon ant-plants, pp. 239-266. In G.T. Prance & T.E. Lovejoy (Eds.), *Key environments: Amazonia*. Pergamon Press, Oxford.
- Brakefield P. M. & Willmer P. G. 1985. The basis of thermal melanism in the ladybird *Adalia bipunctata*: differences in reflectance and thermal properties between morphs. *Heredity*, 54: 9-14.
- Burt-Jr E. H. 1981. The adaptiveness of animal colors. *Bioscience*, 31: 723-729.
- Campón F. F. 2007. Aranhas que enganam: estratégias de ilusão utilizadas por espécies miméticas. In Gonzaga, M. *et al.* (Ed.). *Ecologia e comportamento de aranhas*. Rio de Janeiro: Interciência, p. 257-76.
- Clarke B. 1969. The evidence for apostatic selection. *Heredity*, 24(3): 347-352.
- Cushing P. E. 1997. Myrmecomorphy and myrmecophily in spiders: a review. *Florida Entomologist*: 165-193.
- Del-Claro K. *Comportamento Animal. Uma introdução à ecologia Comportamental*. Jundiaí: Livraria Conceito, 2004. v. 1. 132pp.
- Dias M. F. R. 2004. Levantamento das aranhas de solo (Arachnida: Araneae) na Reserva Biológica de Una, Brasil. *Sitientibus (Série Ciências Biológicas)*, 4:3-6.
- Edmunds J. & Edmunds M. 1986. The defensive mechanisms of orb weavers (Araneae, Araneidae) in Ghana West Africa. In *Proceedings of the Ninth International Congress on Arachnology, Panama 1983* (Eds Eberhard W. G., Lubin Y. D. and Robinson B. C), pp. 73-89. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Endler J. A. 1978. A predator's view of animal color patterns. *Evolutionary Biology*, 11: 319-364.
- Endler J. A. 1983. Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes. *Environmental*

- Biology of Fishes, 9(2): 173-190.
- Gawryszewski F. M. 2007. Policromatismo e stabilimentum em *Gasteracantha cancriformis* (Araneae, Araneidae): caracterização e as hipóteses da atração de presas e da proteção da teia. 2007. 87 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) - Universidade de Brasília, Brasília.
- Graf B. & Nentwig W. 2001. Ontogenetic change in coloration and web-building behavior in the Tropical Spider *Eriophora fulginea* (Araneae, Araneidae). *Journal of Arachnology*, 29: 104-110.
- Hagen D. W., Moodie G. E. E. & Moodie P. F. 1980. Polymorphism for breeding colors in *Gasterosteus aculeatus* II. Reproductive success as a result of convergence for a threat display. *Evolution*, 34: 1050-1059.
- Heal J. R. 1982. Colour patterns of Syrphidae. IV. Mimicry and variation in natural populations of *Eristalis tenax*. *Heredity*, 49: 95-109.
- Hormiga G., Scharff N. & Coddington J. A. 2000. The phylogenetic basis of sexual size dimorphism in orb-weaving spiders (Araneae, Orbiculariae). *Systematic Biology*, 49: 435-462.
- Levi H. W. 2004. Comments and new records for the american genera *Gea* and *Argiope* with the description of a new species (Araneae: Araneidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard*, 158: 47-65.
- Lim M. L. M. & Li D. 2006. Extreme ultraviolet sexual dimorphism in jumping spiders (Araneae: Salticidae). *Biological Journal of Linnean Society*, 89: 397-406.
- Merilaita S. 2003. Visual background complexity facilitates the evolution of camouflage. *Evolution*, 57: 1248-1254.
- Moodie G. E. E. 1972. Predation, natural selection and adaptation in an unusual threespine stickleback. *Heredity*, 28: 155-167.
- Moment G. B. 1962. Reflexive selection: a possible answer to an old puzzle. *Science*, 136(3512): 262-263.
- Oxford G. S. & Gillespie R. G. 1998: Evolution and ecology of spider coloration. *Annual Review of Entomology*, 43: 619-643.
- Oxford G. S. & Gillespie R. G. 2001. Portraits of evolution: studies of coloration in Hawaiian spiders. *BioScience*, 51: 521-528.
- Owen D. F. 1969. Ecological aspects of polymorphism in an African land snail, *Limicolaria martensiana*. *Journal of Zoology*, 159(1): 79-96.
- Robinson M. H. & Robinson B. C. 1978. Thermoregulation in orb-web spiders: new descriptions of thermoregulatory posture and experiments on the effects of posture and coloration. *Zoological Journal of The Linnean Society*, 64: 87-102.
- Russini J. B. 2006. A busca pela aranha *Argiope argentata* de uma presa armazenada: o efeito da localização da presa. Monografia (Bacharel em Biologia) – Universidade Metodista de São Paulo, São Paulo.
- Stiles E. W. 1979. Evolution of color patterns and pubescence characteristics in male bumblebees: automimicry vs. thermoregulation. *Evolution*, 33: 941-957.
- Théry M., Debut M., Gomez D. & Casas J. 2005. Specific color sensitivities of prey and predator explain camouflage in different visual systems. *Behavioral Ecology*, 16: 25-29.

- Tso I. M., Tai P. L., Ku T. H., Kuo C. H. & Yang E.C. 2002. Colour-associated foraging success and population genetic structure in a sit-and-wait predator *Nephila maculata* (Araneae: Tetragnathidae). *Animal Behavior*, 63: 175-182.
- Vasconcellos-Neto J. & Gonzaga M. O. 2000. Evolução de padrões de coloração em artrópodes. *In* R.P. Martins, T.M. Lewinsohn and M.S. Barbeitos (Eds.). *Ecologia e comportamento de insetos*, pp 337-370. Rio de Janeiro, Brasil.
- Wellenreuther M., Svensson E. I., & Hansson B. 2014. Sexual selection and genetic colour polymorphisms in animals. *Molecular Ecology*, 23(22): 5398-5414.

Fecha de recepción: 03 de junio de 2015
Fecha de aceptación: 23 de febrero de 2016