

Relação entre padrões de coloração críptica em artrópodes e distância de fuga na Amazônia Central

Pedro Henrique Brum Togni

Introdução

Os animais possuem diferentes adaptações para diminuir sua detecção por predadores visualmente orientados (Krebs & Davies, 1996). Essas adaptações incluem padrões de forma ou de coloração que aumentam a chance do organismo ser confundido com o substrato ou com o ambiente em que se encontra, sendo então definidos como padrões crípticos de coloração (Endler, 1982). De acordo com Endler (1978), padrões de coloração críptica dificultam a formação de uma imagem de procura por predadores visualmente orientados, como aves insetívoras, pois reduzem o seu contraste com o substrato. Assim, um animal considerado críptico é aquele que possui uma coloração semelhante à do substrato em que se encontra, diminuindo sua probabilidade de detecção por um predador visualmente orientado. Dessa forma, seria necessário que o predador investisse mais energia na procura de uma presa críptica do que uma presa conspícuas.

A eficiência dos padrões de coloração, seja um padrão conspícuo ou um padrão críptico, é dependente da distância em que o predador está da presa, de modo que determinado padrão de cores pode ser mais

conspícuo a uma distância próxima, mas a distâncias maiores a probabilidade de detecção pelo predador diminui. Tullberg *et al.* (2005) estimaram a detectabilidade de uma larva de Lepidoptera apresentando fotos tiradas a diferentes distâncias e avaliando o tempo que cada pessoa levou para detectar a lagarta na tela de um computador. Esses autores demonstraram que quando determinado padrão de cor é avistado a uma grande distância, um organismo pode ser confundido com outros componentes do substrato ou local onde se encontra pelo seu predador, ao passo que, quando os predadores estão mais próximos de suas presas, o mesmo padrão de coloração pode se tornar mais visível devido apenas à maior proximidade.

Outro componente importante na defesa de organismos com coloração críptica são os padrões comportamentais apresentados pelos indivíduos, como, por exemplo, imobilidade no substrato e a retração das pernas e antenas próximas ao corpo (Tullberg *et al.*, 2005). Esse conjunto de fatores reduz as pistas visuais da presa assim como a imagem de busca do predador (Robinson, 1973; Chittenden & Saito, 2006). Assim, os padrões de coloração críptico

associados a esses comportamentos podem aumentar a sobrevivência de artrópodes e outros organismos através da diminuição da probabilidade de predação individual (Endler, 1990; Calver & Bradley, 1991).

A fotografia vem sendo bastante utilizada no estudo dos padrões de coloração em animais, principalmente artrópodes (Robinson, 1973; Endler, 1990; Stevens *et al.*, 2007). Atualmente, o número de estudos utilizando máquinas fotográficas é crescente, principalmente pela maior facilidade em processar as fotos nas máquinas digitais e a possibilidade de modificar a imagem de acordo com a análise a ser realizada. Além disso, os programas de processamento de imagens podem ser utilizados para obter diferentes tipos de dados, tais como os componentes principais de coloração da imagem, o contraste e brilho (Stevens *et al.*, 2007). Para a formação de imagens coloridas nos monitores de vídeo, as cores vermelho, verde e azul (sistema RGB), que representam a reflectância dos pixels formadores da imagem, são os mais utilizados. Nos programas de processamento de imagens, existem aplicativos que permitem a obtenção dos valores de R (vermelho), G (verde) e B (azul) separadamente ou uma média geral da combinação dessas três cores na imagem, sendo possível também obter outros dados como a luminosidade e brilho. Com isso é possível diferenciar o padrão de cores do organismo modelo em questão e do substrato

no qual se encontra, por meio dos valores médios de RGB de áreas específicas da foto.

O objetivo deste trabalho foi testar se artrópodes cuja coloração é mais similar ao do substrato em que se encontram apresentam menor distância de fuga, permitindo uma maior aproximação de predadores visualmente orientados. A hipótese deste trabalho é que para que o padrão de coloração críptico em artrópodes minimize as probabilidades de detecção por predadores visualmente orientados, os indivíduos também devem manter-se imóveis até uma distância máxima de aproximação do predador. Isso porque, se a presa tentar fugir antes que o predador a tenha identificado de fato, a própria presa estaria direcionando a atenção do predador para a fonte de movimento.

Material & métodos

Este trabalho foi realizado na Reserva do Km 41 (02°26'S; 59°46'O), área pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF – INPA) localizada a aproximadamente 80 km ao norte de Manaus, Amazonas. Foram percorridos 10 transectos de 100 m distantes no mínimo 100 m um do outro. Em cada transecto, foram amostradas 20 árvores separadas por uma distância de 5 m uma da outra. Os troncos das árvores foram vistoriados do solo até 2 m de altura durante um período de 5 a 10 min em

busca de artrópodes parados sobre o substrato. Quando um artrópode era localizado, foram tiradas três fotos de cada indivíduo, a 50 cm de distância. Para isso foi utilizada uma câmera digital CANON *Power Shot* A570IS (zoom óptico 4x e 7,1 megapixels de resolução), fazendo as correções necessárias de luminosidade e mantendo a resolução em 3076 x 2304 pixels (Stevens *et al.*, 2007). Em seguida, o observador aproximava lentamente a máquina fotográfica do artrópode até este apresentar alguma reação de fuga, como voar, pular ou mover-se para outro local do substrato. Ao apresentar uma dessas reações, era medida a distância da máquina fotográfica até o substrato (distância de reação) com uma régua graduada de 15 cm. Os indivíduos observados foram identificados até o menor nível taxonômico possível.

As fotos foram salvas no computador em formato TIFF para não ocorrer a compactação da imagem e não comprometer a qualidade das análises (Stevens *et al.*, 2007). Dentre as fotos obtidas, foi selecionada uma foto de cada espécime, utilizando a nitidez da imagem como critério de seleção. A imagem selecionada foi inserida no programa Adobe Photoshop CS2 (Adobe Systems Inc.), recortando da foto original uma área correspondente apenas ao artrópode junto ao substrato. Este procedimento excluiu qualquer outro elemento que pudesse eventualmente aparecer na imagem e comprometer a

qualidade das análises. Foram obtidos os valores de RGB em separado para o artrópode e para o substrato sobre o qual este se encontrava.

Para calcular a similaridade entre os padrões de coloração do artrópode e de seu substrato, foram obtidos valores médios de R (vermelho), G (verde) e B (azul) separadamente para cada elemento, sendo esses valores comparados através do índice de similaridade de Bray-Curtis. Portanto, para cada foto, foi obtido um índice de similaridade entre os valores de RGB do artrópode e de seu substrato. Em seguida foi realizada uma regressão linear simples entre a distância de fuga dos artrópodes e os índices de similaridade de cada foto. As análises foram realizadas separadamente para os artrópodes classificados como visualmente orientados e os classificados como não visualmente orientados.

Resultados

Foram observados 59 indivíduos, pertencentes a 12 ordens, sendo Orthoptera, Hemiptera e Araneae as ordens mais abundantes, respectivamente. O índice de similaridade entre os artrópodes e seus respectivos substratos de repouso variou de 0,51 a 0,98 e a distância de fuga variou de 0 a 4,16 cm. Não foi verificada nenhuma relação entre a distância de fuga e o índice de similaridade dos artrópodes e de seus

respectivos substratos de repouso no grupo dos artrópodes não visualmente orientados ($R^2 = 0,002$; $p = 0,888$; Figura 1A). Entretanto, no grupo dos artrópodes visualmente orientados, foi verificada uma relação negativa significativa entre essas variáveis ($R^2 = 0,257$;

$p = 0,005$; Figura 1B). Ao analisar os dois grupos juntos o padrão observado para o grupo dos artrópodes visualmente orientados se repete, porém, com um menor poder de explicação ($R^2 = 0,174$; $p < 0,001$).

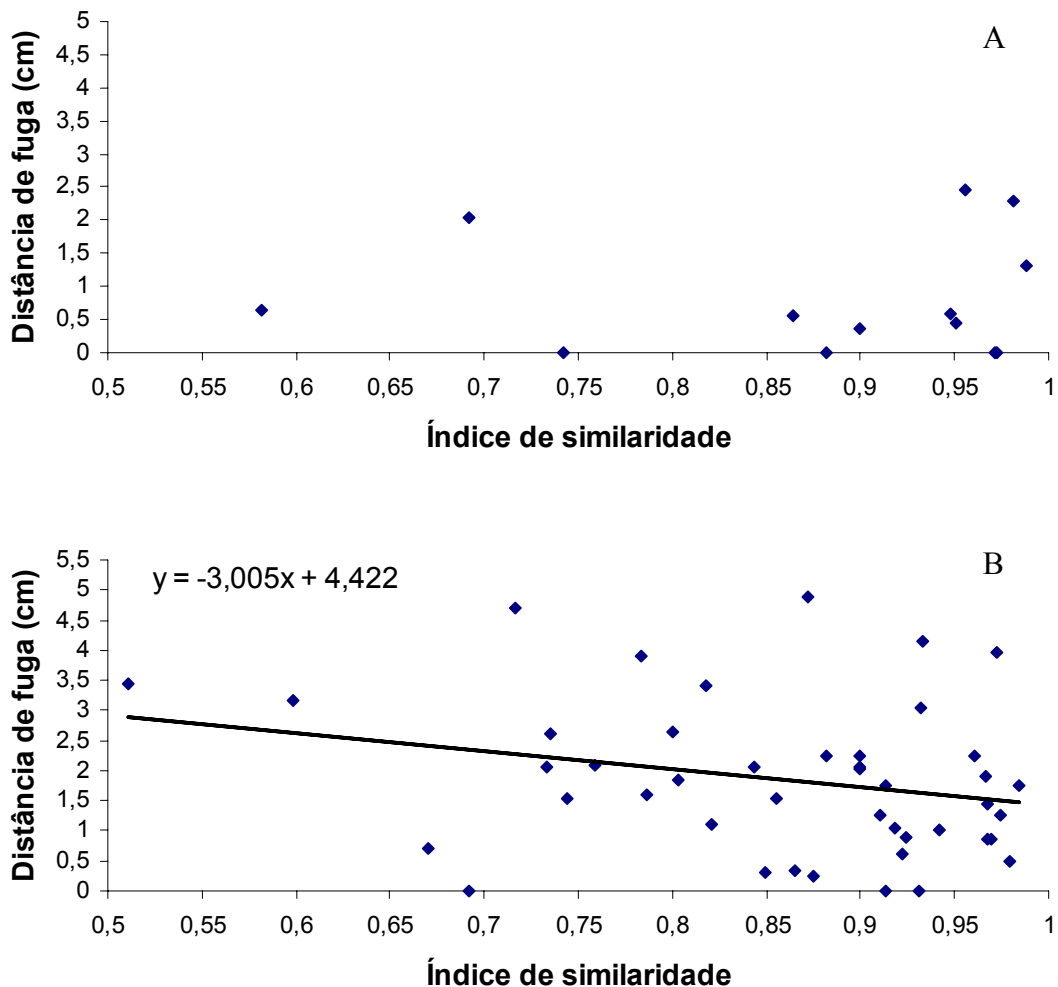


Figura 1. Relação entre o índice de similaridade e a distância de fuga em (A) artrópodes não visualmente orientados e (B) visualmente orientados na reserva do Km 41, Amazônia Central.

Discussão

Os resultados obtidos neste estudo indicam que quanto maior a similaridade entre os valores de RGB do artrópode e os valores

de RGB do substrato, menor a distância de fuga do artrópode. Isto corrobora a hipótese de que quanto maior a semelhança da coloração do artrópode com seu substrato, menor a distância até que o artrópode

apresente algum comportamento de fuga, permitindo uma maior aproximação do predador. Entretanto, esse padrão é válido apenas para os artrópodes visualmente orientados. O modo de detecção dos predadores também deve variar entre os grupos de artrópodes. Mantídeos, por exemplo, possuem visão bem desenvolvida, possibilitando a detecção do predador ao visualizar de sua aproximação (Borror & DeLong, 1969). Entretanto, aranhas, com exceção de indivíduos da família Salticidae, não possuem visão bem desenvolvida e a detecção do predador ocorre por outros estímulos, como o deslocamento de ar próximo aos indivíduos (Gonzaga, 2007). Dessa forma, a metodologia utilizada para o grupo de artrópodes não visualmente orientados provavelmente não foi eficiente em avaliar os mecanismos de detecção do predador, interferindo na resposta ao estímulo da máquina fotográfica, que simulava a aproximação do predador. Por isso, o padrão geral obtido é válido apenas para os artrópodes visualmente orientados, enquanto que outros mecanismos, tais como percepção sensorial e/ou química, não analisados neste estudo, podem estar envolvidos na detecção de predadores para o grupo que não é visualmente orientado.

Gendron & Staddon (1983) propuseram que a eficiência de captura de presas por predadores visualmente orientados depende da área investigada por unidade de

tempo (taxa de procura) e de uma distância mínima para detecção da presa. Esses autores também propuseram que o sucesso do padrão críptico varia com a abundância da presa e a eficiência do predador. Dessa forma, é provável que os artrópodes que apresentam valores médios de RGB mais similares ao do substrato utilizado possam aumentar suas chances de sobrevivência ao diminuir a eficiência de captura do predador. Além da coloração similar com a do substrato, o comportamento apresentado pelos indivíduos também pode diminuir a probabilidade de detecção por um predador. Segundo Merilaita *et al.* (2001), o comportamento de fuga pode variar entre os grupos taxonômicos. Mantídeos e aranhas, por exemplo, podem mover-se rapidamente pelo tronco da árvore, garantindo o escape de predadores visualmente orientados, enquanto que ortópteros apresentam movimentos mais lentos, deslocando-se para locais específicos do substrato onde haja uma maximização de sua camuflagem.

A conclusão deste trabalho é que o uso da máquina digital associado ao programa de processamento de imagens digitais foi um método eficiente para analisar os padrões de coloração dos artrópode e dos seus respectivos substratos de repouso. Além disso, artrópodes visualmente orientados que possuem coloração mais semelhante à de seu substrato permitem maior aproximação do predador antes de apresentarem algum

comportamento de fuga. Artrópodes não visualmente orientados devem possuir outros mecanismos para a detecção da aproximação do predador, que não foram possíveis de avaliar neste trabalho. Como perspectivas futuras, são necessárias investigações de outros padrões que podem influenciar a detecção de artrópodes por predadores, como a verificação do contraste do artrópode e seu substrato e a utilização de lentes especiais para detecção de luz ultra-violeta, uma vez que muitas aves também enxergam esse comprimento de onda. A utilização de informações sobre o comportamento dos artrópodes no momento da fuga também poderia gerar um modelo que explicasse melhor a relação entre a fuga de predadores e a similaridade da coloração do artrópode com seu substrato.

Agradecimentos

Aos professores que fizeram de tudo para que esse curso acontecesse e tiveram a disposição de ajudar na formação de todas essas almas sebosas com a maior boa vontade e que com certeza nos mostraram uma nova perspectiva profissional e mudaram as nossas vidas. Em especial, gostaria de agradecer ao Glauco e o Zé que são duas pessoas fora do comum, com uma disposição de ajudar nunca vista antes por mim e que foram responsáveis pela formação dessa nova família que, com certeza, vai se manter por

toda a vida. A vocês professores e coordenadores, um muito obrigado muito especial. Esse curso mudou a minha vida! Um obrigado muito especial também para os mateiros, pessoal da cozinha e todos os demais que participaram direta ou indiretamente da realização do curso. Sem vocês não seria tão bom. Aos meus novos amigos/irmãos que conheci nesse um mês de convivência intensa gostaria de dizer que vocês estão no coração e que vou levá-los como exemplo para vida. Um agradecimento especial para as pseudorélicas do igarafest que me proporcionaram milhões de risadas desde a Dimona e que nunca perderam o humor mesmo estando mortos de cansaço. Vocês acrescentaram muito na minha vida. Dessas pseudorélicas um agradecimento especial para os fundadores desse movimento que foram os que tive um convívio mais intenso: Biu, Bia, Dé, Ju, Fumaça, Manô, Rastagirl bolinhas, Leo patife, Toyoyo, Fabi Manaus, Leticidaceae e Débora. Desses todos preciso escrever uma linha especial para a Fabi Manaus que foi a pessoa que me proporcionou momentos que não dá para esquecer. Fabi, valeu o antes durante e depois do igarafest... Galera, BOTEI MUITA FÉ em vocês!!! Até breve...

Referências bibliográficas

- Borror, D.J. & D.M. DeLong. 1969. Introdução ao estudo dos insetos. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Calver, M.S. & J.S. Bradley. 1991. A microhabitat selection explain sex-related colour morph frequencies in the grasshopper *Acrida conica* Fabricius? *Animal Behavior*, 41: 1101-1102.
- Chittenden, A.R. & Y. Saito. 2006. Tactile crypsis against non-visual predators in the spider mite, *Aponychus corpuzae* Rimando (Acari: Tetranychidae). *Journal of Insect Behaviour*, 19: 419-428.
- Endler, J.A. 1978. A predator's view of animal color patterns. *Evolutionary Biology*, 11: 319-364.
- Endler, J.A. 1982. Convergent and divergent effects of natural selection on color patterns in two fish faunas. *Evolution*, 36: 178-188.
- Endler, J.A. 1990. On the measurement and classification of colour in studies of animal colour patterns. *Biological Journal of the Linnean Society*, 41: 315-352.
- Endler, J.A. Signals, signal conditions, and the direction of evolution. *The American Naturalist*, 139: 123-153.
- Gendron, R.P. & J.E.R. Staddon. 1983. Searching for cryptic prey: the effect of search rate. *The American Naturalist*, 121: 172-186.
- Gonzaga, M.O. 2007. Inimigos naturais e defesas contra predação e parasitismo em aranhas, In: *Ecologia e comportamento de aranhas* (M.O. Gonzaga; A.J. Santos & H.F. Japyassú, eds.). Editora Interciência, Rio de Janeiro.
- Kono, H.; P.J. Reidt & A.C. Kamilt. 1998. The effect of background cuing on prey detection. *Animal Behaviour*, 56: 963-972.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1996. Introdução à ecologia comportamental. Atheneu, São Paulo.
- Merilaita, S.; A. Lyttinen & J. Mappes. 2001. Selection for criptic coloration in a visually heterogenous habitat. *Proceedings of Royal Society B*, 268: 1925-1929.
- Robinson, M.B. 1973. The evolution of cryptic postures in insects, with special reference to some New Guinea tettigoniids (Orthoptera). *Psyche*, 80: 159-165.
- Stevens, M.; C.A. Párraga; I.C. Cuthill; J.C. Patridge & T.S. Troscianko. 2007. Using digital photography to study animal coloration. *Biological Journal of the Linnean Society*, 90: 211-237.
- Todd, P.A.; R.J. Ladle; R.A. Briers & A. Brunton. Quantifying two-dimensional dichromatic patterns using a photographic technique: a case study on the shore crab (*Carcinus maens* L.). *Ecological Researches*, 20: 497-501.

- Tullberg, B.S.; S. Merilaita & C. Wiklund. 2005. Aposematism and crypsis combined as a result of distance dependence: functional versatility of the colour pattern in the swallowtail butterfly larva. *Proceedings of Royal Society B*, 272: 1315-1321.
- Vasconcellos-Neto, J. & M.O. Gonzaga. 2000. Evolução de padrões de coloração em artrópodes, pp. 337-370. In: *Ecologia e comportamento de insetos* (R.P. Martins; T.M. Lewinsohn & M.O. Gonzaga, eds.) Série Oecologia Brasiliensis, Rio de Janeiro.