

O que os olhos não vêem o estômago não sente: polimorfismo como característica contra predação em populações do sapo-folha *Chaunus proboscideus* (Anura: Bufonidae)

Rafael Leandro de Assis

Introdução

Ao longo do tempo evolutivo, espera-se que a seleção natural aumente a eficiência com que predadores detectem e capturem suas presas. Por outro lado, também se espera que a seleção natural melhore a capacidade da presa evitar a captura pelo predador. Em muitos casos, padrões de coloração têm sido interpretados como resultado de um processo evolutivo direcionado pela predação por animais visualmente orientados. Como o tempo de detecção da presa pelo predador pode variar de acordo com a conspicuidade da presa em relação ao substrato em que esta se encontra, presas mais conspícuas tendem a serem mais facilmente detectáveis em relação às presas mais crípticas, determinando a evolução de padrões de mimetismo e camuflagem (Vasconcellos-Neto & Gonzaga, 2000).

Tinbergen (1960) desenvolveu o conceito de formação de imagem de procura em predadores, segundo o qual os predadores tendem a aumentar sua habilidade de percepção de um tipo de presa críptica após experiências prévias de captura, pois aprendem

a reconhecer os padrões de forma e coloração da presa e tornam-se capazes de distingui-la do substrato mais rapidamente. Porém, este aprendizado e a formação de uma imagem de procura interferem na habilidade de detecção de outras presas, já que concentrando-se em um determinado tipo de estímulo, o aparato sensorial do predador fica menos apto a localizar outro tipo de presa, comprometendo assim a habilidade do predador quando este divide sua atenção entre dois ou mais tipos de presa (Dukas & Ellner, 1993). Gendron & Staddon (1983) propuseram uma hipótese alternativa para explicar os mecanismos comportamentais de captura, segundo a qual a eficiência de encontro de presas crípticas depende da taxa de procura, ou seja, da área investigada pelo predador por unidade de tempo. A distinção entre estes dois mecanismos comportamentais de captura é importante devido às implicações evolutivas de cada modelo. A especialização perceptiva implícita no modelo de formação de imagem de procura, por exemplo, pode induzir à evolução e manutenção de padrões de polimorfismos de coloração em

populações de muitas espécies, uma vez que presas com fenótipos raros seriam pouco predadas por predadores que buscam o tipo mais comum (Vasconcellos-Neto & Gonzaga, 2000).

Um exemplo de espécie que apresenta polimorfismo de cor é o sapo-folha *Chaunus proboscideus* (Anura: Bufonidae), que apresenta hábito diurno, ocorre sobre o folhizo e está amplamente distribuído na Amazônia Ocidental. O comprimento total dos adultos varia entre 46-55 mm, com machos apresentando pele lisa e fêmeas pele granulosa (Lima *et al.* 2006). O dorso desses anuros pode apresentar diversos tons de marrom e preto, formando manchas irregulares, mas alguns indivíduos são quase totalmente marrom-escuros ou avermelhados (Figura 1).

O objetivo deste trabalho foi testar se o tempo de detecção de indivíduos de *C. proboscideus* por predadores visualmente orientados diminui depois de formada imagem de procura. As hipóteses testadas foram: (1) o tempo de detecção de sapos de um mesmo padrão de coloração diminui progressivamente em função do estabelecimento de imagem de procura; (2) predadores expostos a sapos de diferentes padrões não haverá formam imagem de procura e o tempo de detecção não diminui ao longo do tempo.

Material & métodos

Os sapos-folha foram coletados manualmente em diferentes locais da reserva 1501(Km 41) do Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, localizada aproximadamente a 80 km ao norte de Manaus. De acordo com os padrões de cor, os 13 indivíduos de sapo-folha coletados foram classificados da seguinte forma: amarelo com manchas marrons no dorso (padrão 1, Figura 1A), amarelo com pintas pretas no dorso (padrão 2, Figura 1B), marrom com manchas pretas no dorso (padrão 3, Figura 1C), cinza com listra branca no dorso (padrão 4, Figura 1D), preto com manchas brancas no dorso (padrão 5, Figura 1E), vermelho claro (padrão 6, Figura 1F) e vermelho escuro (padrão 7, Figura 1G). De cada padrão de cor foi selecionado um indivíduo com comprimento total de cerca de 50 mm. Os indivíduos selecionados foram colocados sobre uma área de folhizo com 0,25 m² pré-selecionada no interior da floresta e uma máquina fotográfica (Fujifilm FinePix, modelo S5200) foi mantida em tripé fixo para a tomada de fotografias. Dessa forma, o pano de fundo foi o mesmo para todas as fotos. Quando sobre o folhizo, os sapos se locomoviam de forma aleatória, permitindo que as fotos fossem tiradas com os indivíduos em diferentes pontos sobre a área de folhizo selecionada. Cerca de 10 fotos

foram tiradas de cada um dos sete sapos escolhidos.

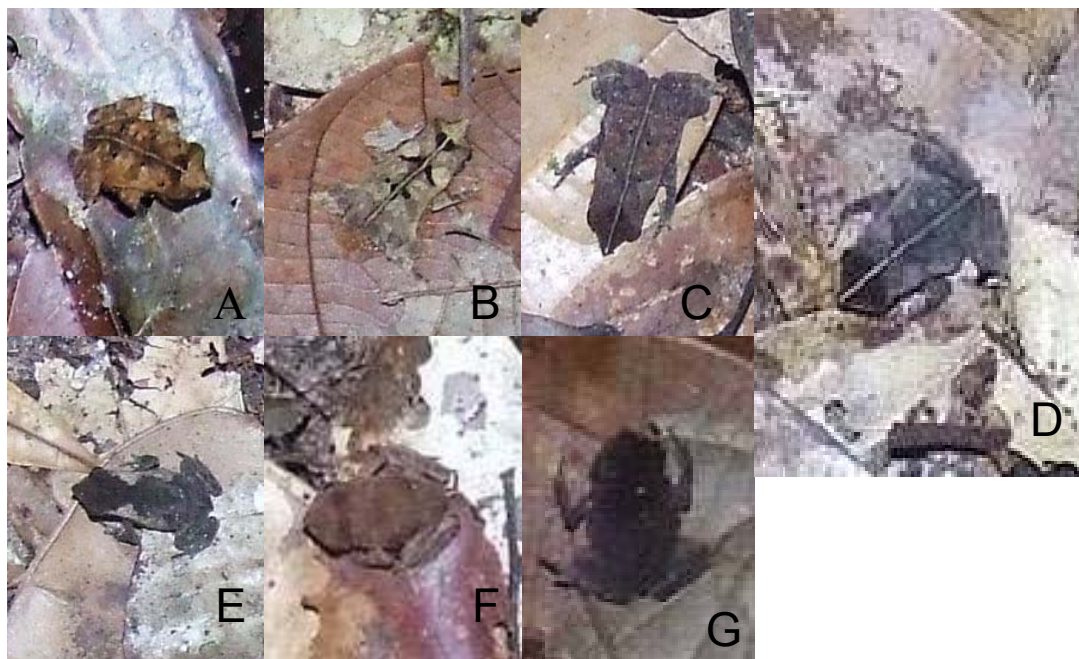


Figura 1. Padrões de coloração dos indivíduos do sapo-folha *Chaunus proboscideus* (A) padrão 1: amarelo com manchas marrons no dorso; (B) padrão 2: amarelo com pintas pretas no dorso; (C) padrão 3: marrom com manchas pretas no dorso; (D) padrão 4: cinza com listra branca no dorso; (E) padrão 5: preto com manchas brancas no dorso; (F) padrão 6: vermelho claro e (G) padrão 7: vermelho escuro. Todos os indivíduos possuem cerca de 50 mm.

Com a finalidade de obter dados sobre tempo de detecção dos sapos por potenciais predadores, sete fotos foram selecionadas para cada um dos indivíduos e, via sorteio, foram dispostas em seqüências de apresentações em slides no programa Microsoft PowerPoint para Windows edição 2003. Além dessas sete seqüências de slides, mais uma seqüência foi montada, na qual cada slide exibia um indivíduo de padrão de cor distinto dos demais, cujas fotos foram escolhidas ao acaso. Essa seqüência foi montada para testar se o tempo de detecção da presa muda quando o predador

não cria imagem de procura para um determinado padrão de coloração. Quinze estudantes do curso EFA 2007 foram convidados para fazerem o papel de "predador visualmente orientado" no experimento. O tempo de detecção dos sapos sobre o folheto em todas as seqüências de slides foi cronometrado e registrado em segundos, com tempo máximo de 2 min para detecção da presa pelos potenciais predadores. Para a análise dos dados, foi utilizada uma ANOVA de medidas repetidas, considerando cada foto um tratamento e a seqüência de slides a medida repetida. Esse

teste permite o controle das diferenças entre os sujeitos experimentais quanto à habilidade de detecção, aumentando o poder do teste.

Resultados

O tempo médio de detecção dos sapos-folha quando considerados todos os slides foi de 21,5 s. Alguns padrões de cores foram mais facilmente identificados, como foi o caso dos sapos com coloração padrão 1, com média de detecção de 22 s, enquanto os sapos com coloração padrão 2 levaram maior tempo para serem detectados, com média de 75,2 s. A seqüência de slides com indivíduos de diferentes padrões de coloração foi a segunda mais demorada quanto à detecção, com média de 69,5 s.

Houve diferença significativa quanto à interação entre tempo de detecção dos sapos e os diferentes padrões de cores dos indivíduos,

de forma que a resposta quanto à detecção mudou ao decorrer do tempo, mas mudou de forma diferente para cada padrão de cor ($F_{42,65} = 5,68$; $p < 0,001$). Os primeiros slides de cada uma das seqüências diferiram entre si quanto ao tempo de detecção de acordo com o padrão de cor, com alguns padrões sendo detectados mais facilmente que outros. Sapos-folha com coloração padrão 5 tiveram tempo de detecção decrescente entre o primeiro e o último slide (Figura 2). O mesmo fato pôde ser observado para os sapos-folha de coloração padrão 3 e também para a seqüência de slides com sapos de diferentes padrões de cor (Figura 2). Os sapos-folha de coloração padrão 1 apresentaram tempos de detecção semelhantes entre os slides, enquanto os sapos de coloração padrão 2, padrão 4, padrão 6 e padrão 7 apresentaram tempos de detecção com padrões irregulares.

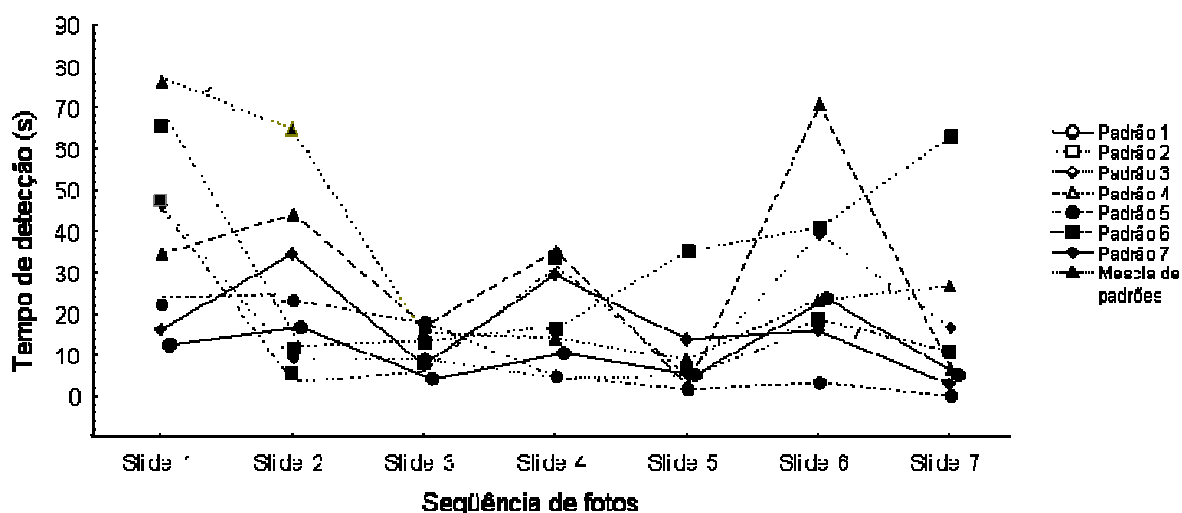


Figura 2. Médias dos tempos de detecção de indivíduos do sapo-folha *Chaunus proboscideus* com diferentes padrões de coloração ao longo do tempo

Discussão

A hipótese de que o tempo de detecção da presa pelo predador diminuiria após a formação de imagem de procura não foi corroborada para todos os padrões de coloração utilizados neste estudo. Diferentes padrões de coloração do sapo-folha apresentaram tempos de detecção distintos depois de criada imagem de procura. Isso pode estar relacionado a duas questões metodológicas. Primeiro, o pano de fundo selecionado para todas as fotos foi sempre o mesmo e alguns indivíduos poderiam apresentar-se mais crípticos que outros, fato que poderia ter dificultado a formação de imagem de procura e impossibilitado a diminuição do tempo de detecção ao decorrer da apresentação das fotos. Segundo, os sapos de cada padrão de coloração foram apresentados aos predadores sempre na mesma seqüência. Dessa forma, fotos com sapos apresentando-se extremamente crípticos nos slides finais da seqüência provavelmente ocultaram o efeito do aprendizado referente à imagem de procura pelos potenciais predadores. Isso poderia explicar a irregularidade quanto aos tempos de detecção de certos padrões de coloração de sapos em função do tempo (veja o slide 6 do padrão 4 na Figura 2).

Em um experimento sobre predação dependente da conspicuidade da presa, Dawkins (1971) utilizou pintinhos domésticos como predador e grãos de arroz coloridos como

“presas” que, sobre substratos diferentes, eram crípticos ou conspícuos. Em ambos os casos, os predadores acharam mais rapidamente as “presas” conspícuas, mas após alguns minutos, os pintinhos encontravam alguns grãos crípticos e, ao final do experimento, estavam comendo “presas” crípticas com a mesma freqüência com que comiam “presas” conspícuas. Tal resultado foi semelhante ao encontrado para alguns padrões de coloração de sapos neste trabalho, provando a eficiência da imagem de procura na captura das presas pelos predadores.

Quanto à série de slides com sapo-folha de diferentes padrões de cores, diferentemente do esperado, houve uma tendência de diminuição do tempo de detecção dos sapos com o passar dos slides. O esperado seria que o tempo de detecção se mantivesse constante entre as sete imagens apresentadas, devido à maior dificuldade de se criar uma imagem de busca entre os sapos-folha nesta seqüência de apresentação. Em experimento semelhante realizado por Pietrewicz & Kamil (1981), foram apresentadas mariposas do gênero *Catocala* de mesma cor para gralhas que as detectavam visualmente no substrato críptico e rapidamente melhoravam o sucesso de bicadas com o decorrer das tentativas. No entanto, quando foram apresentadas duas formas diferentes da mesma espécie de mariposa em uma seqüência aleatória, as gralhas não melhoraram o seu sucesso de

detecção com o decorrer da exposição do alimento. Uma explicação para a não ocorrência deste padrão no presente estudo seria que o formato do contorno dos sapos-folha (e não o padrão de coloração) estaria proporcionando a criação de imagem de procura pelos predadores. Este padrão de busca de presas poderia anular a possível vantagem adaptativa dos padrões polimórficos de coloração entre os sapos-folha, principalmente se a maioria de seus predadores naturais forem espécies que não sejam capazes de diferenciar cores. Além disso, o uso do mesmo pano de fundo para todas as fotos pode ter tido um efeito facilitador na busca das presas, pois os predadores provavelmente se familiarizaram com o cenário e detectaram os sapos-folha mais rapidamente, independentemente do padrão de coloração.

Conclui-se que a pressão da predação sobre os sapos-folha pode ser diferente de acordo com o padrão de coloração apresentado. É possível que o polimorfismo de coloração seja importante para os sapos-folha na corrida armamentista contra seus predadores, principalmente se os indivíduos de sapo-folha ocorrerem em densidades altas. Neste caso, mesmo que o predador retenha uma imagem de procura de um ou alguns padrões de coloração, outros padrões parecem de difícil detecção e devem conferir vantagens aos indivíduos.

Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer as pessoas que tiveram contribuição direta neste trabalho, como o Dr. Adolfo pela ajuda na elaboração do projeto e pelas sugestões fundamentais para sua realização, ao Glauco, que gerenciou os sapinhos na hora de fotografias e também contribuiu com sugestões pra lá de maneiras, ao Paulo de Marco pela ajuda nas análises e na interpretação dos resultados; ao glorioso Léo Marajó, crucial na busca e captura dos sapinhos e figura fundamental nos momentos de descontração, a Leticia e Bia, que muito se dedicaram a buscar sapinhos na mata, embora sem nenhum sucesso, a todos que também tentaram capturar os incríveis batráquios na mata (alguns até conseguiram!!!), a galera que participou do intrigante experimento no estilo "Onde está Wally?" procurando os sapinhos no meio do folhço (alguns quase indetectáveis). Enfim, a todos que, de alguma forma foram importantes para a realização deste trabalho. Completando, gostaria de agradecer a todos os amigos que fiz neste curso. Cada um deles que me proporcionou um mês inesquecível durante o curso. O menino Tora (HO HO HO) com sua voz trovejante deu-nos um exemplo de como manter o bom espírito mesmo quando poucos seriam capaz de fazê-lo, além de mostrar-se um amigão; a Ana Paula que, com seus decibéis bombásticos, era uma presença sempre perceptível; ao Alison, rapaz que demonstra

toda sua performance quando um arrasta-pé invade o recinto; ao Totonho, o mais fanfarrão dos homens, um amigão que fica muito bem quando trajando lingerie brancas e esconde paixão fevorosa pela Sheetara dos Tandencats; a Fabi Mundinho, garota Duracell em chamas na hora do trabalho e doce em pessoa quando longe dos relatórios; Bia, meu verdadeiro anjo da guarda durante todos estes dias, uma mãezona e uma das pessoas mais legais e divertidas que já conheci (valeu garota!!!!); Thais que estabeleceu conexão bilateral durante o curso mas não deixou de lançar seus comentários hilários e outra mãezona da galera; a Déborita com seu jeitão Débora de ser inconfundível, cujo coração bate no ritmo do brega-music; garota Lenticela, sempre presente nos momentos mais difíceis do curso e eleita a prenda do verão no ritmo da Companhia da Pentacleta; ao Capetinha e sua fiel escudeira Fabi Manauara, nos atentando enquanto resistíamos bravamente em cair nas tentações e nos pecados mais capitais do Igarafest, seu terreiro e habitat natural; a Maíra com suas palavras doces e encantadoras quando a maioria encontrava-se em seus momentos mais inquietantes (D-25, D-26, D ...); a Melina, garota exxxperta, 20 anos de praia, a Rastafarah Girl líder e onipresente no recinto mais obscuro do planeta: IGARAFEST; a Manu, temperando nossas reuniões obscuras no Igarafest, quando não desfrutando do conforto de seu aposento

após as refeições; ao nosso funcionário do mês, o Precious Woods Guy, cuja ensabonetada lhe rendeu um banho de prazer; ao nosso agradável Bilyonário Excêntrico, com suas pantufas pelfudas e seu eterno bom humor combinando perfeitamente com sua risada contagiante; a Wanessinha, cujo sotaque pernambucano quando misturado com o calor do brega-music tornou-se arrasador nas festinhas pouco calientes; ao Leo, o patife, crápula, entusiasta mais bacana que já conheci, um figura que, embora tendo o conhecido há apenas um mês, apresenta-se como um velho amigão; e ao Biu, maior Alma Sebosa de toda esta imensidão Amazônica, minino pesadamente arretado que, com sua experiência adquirida em longos anos a frente de um Cabaret no subúrbio de Recife, demonstrou-se um líder nato do grupo: líder na hora da palhaçada, na hora do drink, na baitolage e, além disso, um grande amigo com que espero tomar um fresco muitas e muitas vezes ainda. Não podia deixar de fora nossos sérios monitores: o Dé, meu brother e companheiro das roubadas da vida em Manaus e membro fundamental de todos os eventos contagiantes do curso, juntamente com sua inseparável viola e seus longos e belos cabelos dourados; e a Juju, bonitora freqüente em todos os momentos cruciais e memoráveis do curso, tanto no Hit da Pentacleta quanto no coral da pluviosa serenata regada a drinks e dança de roda. Ainda agradeço ao Cabocão, nosso

alquimista dançarino, Seu Cardoso, Dona Eduarda, pessoal do barco, motoristas. A todos os professores: Akama, Jorge e suas incontáveis pernas, Claudia, Auristela, Aline, Thiago Izzo e os Thundercats, Marco Aurélio: homem de piadas engraçadíssimas e puro sangue bom correndo em suas veias, ao nosso querido Relórrio, homem que diz tanto com tão poucas palavras, cara muito bacana; a Tânia com seu incrível requebrado FlashBack anos 60, ao Paulo e sua canela de aço, colegão na hora dos desesperáveis relatórios. Ao Machu Pichu que alegrou nossas horas de intenso trabalho sobre o glorioso barracão-laboratório. E por fim ao Dr. Zé Luís, que, pra mim, provou mais do que nunca ser uma pessoa divertida, bem humorada, inteligente. Admirável sua capacidade de ser ao mesmo tempo um professor e um grande amigo. Talvez o maior responsável por esta incrível experiência. E ao Glauco, cuja pessoa me foge as palavras para descrever. Gostaria de conhecer mais pessoas como esse cara, que faz o que faz com tanta paixão que permite que nós nos apaixonemos por este jeito Glauco de ser. Valeu amigão!! O cara mais play do universo. Por fim desejo a todos muito sucesso em suas carreiras e espero vê-los mais algumas vezes por aí. Valeu galera por tudo!!!!

Referências bibliográficas

- Dawkins, M. 1971. Perceptual changes in chicks: another look at the 'search image' concept. *Animal Behavior* 19: 566-74.
- Dukas, R. & S. Ellner. 1993. Information processing and prey detection. *Ecology*, 74: 1337-1346.
- Gendron, R.P. & J.E.R. Staddon. 1983. Searching for cryptic prey: the effect of search rate. *The American Naturalist*, 121: 172-186.
- Lima, A.P.; W.E. Magnusson; M. Menin; L.K. Erdtmann; D.J. Rodrigues; C. Keller & W. Hödl. 2006. Guia de sapos da Reserva Adolpho Ducke, Amazônia Central. Áttema Design Editorial, Manaus.
- Pietrewicz, A.T. & A.C. Kamil. 1981. Search images and the detection of cryptic prey: an operant approach, pp. 311-32. In: *Foraging behavior: ecological, ethological and psychological approaches* (A.C. Kamil & T.D. Sargent, eds.). Garland STPM Press, New York.
- Tinbergen, L. 1960. The natural control of insects in pine woods. I. Factors influencing the intensity of predation by songbirds. *Arch. Néerl. Zool.* 13: 265-343.
- Vasconcelos-Netto, J. & M.O. Gonzaga. 2000. Evolução de padrões de coloração em artrópodes, pp. 337-370. In: *Ecologia e comportamento de insetos* (Martins, R.P., Lewinsohn, T.M. & M.S. Barbeitos, eds.).

Série Oecologia Brasiliensis, vol. VIII. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro.