



Você me vê, mas você não me quer: aposematismo de girinos de *Rhinella ornata* (Amphibia: Bufonidae)

Sheina Koffer, Solimary García, Marcos Samuel & Paula Lemos

RESUMO: Aposematismo e camuflagem são estratégias de evitação de predação associadas à coloração dos indivíduos e à seleção de habitat. No caso de girinos de *Rhinella ornata*, que possuem coloração escura e são impalatáveis, a camuflagem é considerada uma estratégia de defesa dos indivíduos vivendo em substrato escuro. No entanto, esses girinos também são encontrados em ambientes arenosos, mais claros, o que junto com sua impalatabilidade, sugere a estratégia de aposematismo. Nesse trabalho testamos experimentalmente a preferência de substratos escuros ou claros em girinos de *R. ornata*. A escolha do substrato escuro indicaria camuflagem, enquanto a escolha do substrato claro indicaria aposematismo. Os girinos consistentemente escolheram substrato claro, corroborando a hipótese de aposematismo. Assim, sugerimos que a ocupação de ambientes claros e a estratégia aposemática indicariam uma pressão seletiva contra a ocupação dos ambientes escuros, que pode estar relacionada com a alta competição e a maior presença de predadores nesses ambientes.

PALAVRAS-CHAVE: Anura, camuflagem, impalatabilidade, respostas anti-predação, seleção de hábitat

INTRODUÇÃO

A seleção de habitat pode ser definida como um processo comportamental pelo qual um organismo elege um habitat particular que aumente suas chances de sobrevivência e reprodução (Stamps, 2009). Os fatores que condicionam a seleção de hábitat por um organismo podem estar relacionados à disponibilidade de refúgio e alimento, à possibilidade de encontrar um parceiro, à competição inter e intra-específica e à presença de predadores (Begon *et al.*, 2006; Stamps, 2009). Além de influências na escolha do habitat, a pressão de predação pode induzir mudanças fenotípicas que podem ser morfológicas, fisiológicas ou comportamentais (Edmunds, 1974; Buskirk, 2000; Schmidt & Amézquita, 2001).

As respostas das presas ante à predação podem ser categorizadas em primárias e secundárias. As defesas primárias são mecanismos que reduzem a probabilidade de ocorrência de uma interação entre uma presa e um predador potencial e funcionam independentemente da presença do predador. Estratégias de defesa secundárias operam quando uma presa detecta um predador ou quando está sob ataque (Edmunds, 1974; Scott, 2005). Duas estratégias primárias de defesa comuns em diversos organismos são associadas à sua coloração: o aposematismo e a camuflagem. O aposematismo é uma estratégia de organismos venenosos e "ou

impalatáveis de advertência aos possíveis predadores por meio de cores, estruturas e outros sinais. Esses sinais de advertência podem ser reconhecidos por potenciais predadores que, de forma inata ou por aprendizagem, evitam o ataque, aumentando a chance das presas potenciais sobreviverem (Edmunds, 1974). A camuflagem é uma estratégia na qual a coloração ou composição química do tegumento dos indivíduos se assemelham ao ambiente, dificultando sua localização pelos predadores (Edmunds, 1974; Stevens & Merilaita, 2009). Ambas as estratégias se relacionam, portanto, com a seleção de habitat, já que o grau de conspicuidade do organismo dependerá da cor do ambiente selecionado (Edmunds, 1974).

Tanto estratégias de aposematismo como camuflagem são comuns em anfíbios adultos. No caso dos girinos, a coloração escura é bastante comum, especialmente nas espécies da família Bufonidae. Os girinos de *Rhinella ornata* (Bufonidae), em particular, possuem coloração escura e são impalatáveis (Eterovick, 2000). Tendo em vista a impalatabilidade dos girinos de muitas espécies pertencentes à família Bufonidae, foi sugerido que sua coloração estaria relacionada a uma estratégia de aposematismo em substratos claros (Wells, 2007). Como os girinos de *R. ornata* podem ser encontrados em ambientes aquáticos que apresentam um

gradiente da cor do substrato, que vai de cores claras a escuras (*obs. pess.*), a escolha da cor do substrato por indivíduos dessa espécie pode tornar sua coloração conspícua ou críptica. O objetivo deste trabalho, portanto foi responder à seguinte pergunta: girinos de *R. ornata* selecionam a cor do substrato? São apresentadas duas hipóteses concorrentes: girinos preferem substratos claros para evidenciar seu aposematismo ou girinos preferem substrato escuro que permite a camuflagem. A primeira hipótese prevê que, em condições experimentais, em que duas cores de substrato são oferecidas, os girinos serão encontrados em maior proporção no substrato claro. A segunda hipótese prevê que, em condições experimentais, em que duas cores de substrato são oferecidas, os girinos serão encontrados em maior proporção no substrato escuro.

MATERIAL & MÉTODOS

Área de coleta

As coletas foram realizadas na foz do rio Guarauzinho no limite entre a restinga e duna da praia do Guarauzinho no Núcleo Arpoador (24°17'35"S; 47°00'30'O) da Estação Ecológica Juréia-Itatins, no litoral sul do estado de São Paulo. O rio Guarauzinho é formado por pequenas corredeiras que vem da serra carregando água de chuva e matéria orgânica. Essa matéria orgânica se acumula diferencialmente ao longo do seu leito, um mosaico de substratos de diferente coloração no fundo do rio. Os substratos podem ser escuros, quando o fundo tem acúmulo de serrapilheira. Quando o rio está próximo a sua foz, o substrato se torna mais claro devido à mistura com a areia da praia.

Coleta de dados

Foram coletados 480 girinos de *Rhinella ornata*, que foram levados para o laboratório, onde foram submetidos a um experimento de escolha de substrato. O ambiente para os testes consistia em uma bandeja (37 x 33 x 5 cm) recoberta no fundo com plástico de duas cores: uma metade foi coberta com cor preta e a outra metade com cor branca. Cada bandeja foi preenchida com água retirada do mesmo local onde os girinos foram coletados, até chegar altura de 4 cm. Esse procedimento foi realizado em 48 bandejas, cada uma representando uma unidade experimental. Durante o tempo do experimento, as bandejas foram mantidas na sombra. Os girinos foram divididos em grupos de 10 indivíduos. Cada grupo foi colocado no centro da bandeja e deixado por 10 min. Esse intervalo foi suficiente para que os girinos explorassem o ambiente e finalmente se estabelecessem em alguma das duas metades da

bandeja. Depois de decorrido 10 min, quantificou-se o número de girinos em cada um dos substratos.

Análise de dados

Primeiramente, foi calculada a diferença (em módulo) entre o número de girinos em cada um dos substratos para cada réplica. Em seguida, foi calculada a média dessas diferenças. Para simular um cenário nulo em que não haveria escolha por um dos substratos, foi permutado o número de girinos em cada substrato dentro de cada unidade experimental (10.000 simulações). Assim, foi gerada uma distribuição nula das médias das diferenças. Os valores maiores ou iguais à diferença observada nos experimentos foram somados e divididos pelo número total de aleatorizações, indicando a probabilidade do resultado observado ser obtido ao acaso.

RESULTADOS

Em todos os testes a maioria dos girinos escolheu o substrato claro e, em mais da metade dos testes realizados, esse mesmo substrato foi escolhido pelo total dos girinos (Figura 1). A média da diferença entre o número de indivíduos no substrato claro e

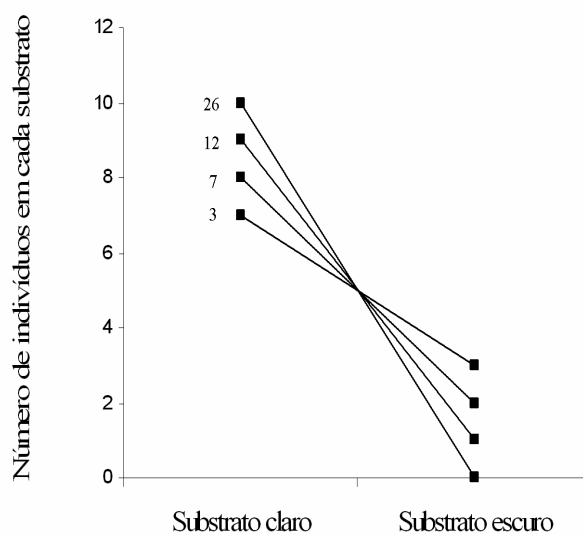


Figura 1. Resposta dos girinos em relação à escolha do substrato. Os dados são apresentados de forma pareada, indicando o número de girinos em cada um dos substratos em cada unidade experimental (n = 48). Os números ao lado dos pontos representam a quantidade de pontos sobrepostos.

DISCUSSÃO

O presente trabalho demonstrou experimentalmente que, mesmo havendo disponibilidade de um local onde a coloração dos girinos de *R. ornata* poderia funcionar como camuflagem, os girinos de *R. ornata* tem preferência por locais onde se mantenham

conspícuos. Esse padrão indica que possivelmente um comportamento de manter-se visível em relação ao meio foi selecionado nesses organismos. Esse comportamento, em conjunto com a impalatabilidade (Heyer *et al.*, 1975; Wells, 2007), constituiriam um mecanismo de evitação de predação por meio de aposematismo. Esses resultados, portanto, corroboram a hipótese de aposematismo para os girinos de *R. ornata*. O aposematismo em girinos é uma estratégia que até o momento possui poucas evidências na literatura (Wells, 2007). Essa estratégia seria eficiente contra predadores visualmente orientados, como peixes, aves e mamíferos, que interpretariam o sinal aposemático e evitariam esse tipo de presa.

Em várias espécies de anuros, girinos utilizam principalmente habitats com substratos escuros, como poças no interior de florestas, o que favorece sua camuflagem. Ademais, esses ambientes possivelmente oferecem maior disponibilidade de alimento, pois a coloração escura está relacionada à abundância de matéria orgânica (Wilbur, 1987). Uma vez que muitas espécies possuem reprodução explosiva e sincrônica com outras espécies (Wilbur, 1987), ocorre muitas vezes um rápido aumento da densidade nesses locais aumentando a competição intra e interespecífica. Dessa forma, ocupar ambientes claros, inacessíveis a girinos de outras espécies que não são impalatáveis, poderia reduzir a competição à qual os girinos de *R. ornata* estão expostos. Outra possibilidade refere-se aos predadores comuns em ambientes de substratos escuros, como náíades de libélula ou mesmo girinos de outras espécies (Heyer *et al.*, 1975). A pressão exercida por esses predadores poderia ser um estímulo adicional para o uso de locais com substrato claro.

Apesar da necessidade de estudos adicionais para determinar os mecanismos responsáveis pela preferência de girinos de *R. ornata* por substratos claros, os resultados apresentados aqui indicam um padrão claro. Outra questão relevante diz respeito à relação entre a seleção de habitat e a formação de agregações de girinos, que supostamente trazem vantagens como o efeito de diluição no grupo e a potencialização do aposematismo (Wells, 2007; Cavalheri, 2010). A formação de agregações diminui a chance de predação de cada girino, bem como a do grupo todo, já que o agrupamento se assemelha a um organismo maior e mais perigoso ao predador, podendo resultar em uma menor probabilidade de ataque. Compreender como tendência à agregação é influenciada pela cor do substrato é um dos possíveis caminhos para estudos futuros que emergem a partir de nossos resultados. Tais informações trariam

maior conhecimento sobre a seleção do habitat e as estratégias de defesa dos girinos de *R. ornata*.

REFERÊNCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Buskirk, V.J. 2000. The cost of an inducible defense in anuran larvae. *Ecology*, 81:2813-2821.
- Cavalheri, H.B. 2010. Quanto mais melhor? Efeito da densidade no comportamento de agregação de girinos de *Rhinella ornata* (Amphibia, Bufonidae). Em: *Livro do curso de campo Ecologia da Mata Atlântica* (G. Machado, A.A. Oliveira & P.I.K.L. Prado, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Edmunds, M. 1974. *Defense in animals*. Logman Group Limited, Great Britain.
- Eterovick, P.C. 2000. Effects of aggregation on feeding of *Bufo crucifer* tadpole (Anura: Bufonidae). *Copeia*, 1:210-215.
- Heyer, W.R.; R.W. McDiarmid & D.L. Weigmann. 1975. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. *Biotropica*, 7:100-111.
- Schmidt, B.R. & A. Amézquita. 2001. Predator-induced behavioural responses: tadpoles of the neotropical frog *Phyllomedusa tarsius* do not respond to all predators. *Herpetological Journal*, 11:9-15.
- Scott, G. 2005. *Essential animal behavior*. Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Stamps, J. 2009. Habitat selection, pp.38-44. Em: *The Princeton guide of ecology* (S.A. Levin, ed.). Princeton University Press, New Jersey.
- Stevens, M. & S. Merilaita. 2009. Animal camouflage: current issues and new perspectives. *Philosophical transactions of the Royal Society*, 364:423-427.
- Wells, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Wilbur, H.M. 1987. Regulation of structure in complex systems: experimental temporary pond communities. *Ecology*, 68:1437-1452.

Orientação: Paula H. Valdujo & Cinthia A. Brasileiro