



# RESPOSTAS AO RISCO DE PREDÇÃO EM GIRINOS APOSEMÁTICOS (AMPHIBIA: BUFONIDAE)

Daniela Zanelato, Paula Condé, Alessandra S. Lima, Thiago B. Vieira & Gustavo de Oliveira

## INTRODUÇÃO

As estratégias de defesa dos animais podem ser divididas em defesas primárias e secundárias (Gnaspini & Hara, 2007). Defesas primárias são aquelas que operam mesmo na ausência de predadores, diminuindo a chance de encontro entre a presa e o predador. Entre estas se incluem aquelas que diminuem o risco de detecção (camuflagem e anacorese) e o reconhecimento da presa pelo predador (aposematismo e mimetismo Batesiano e Mulleriano) (Gnaspini & Hara, 2007; Krebs & Davies, 1993). Defesas secundárias ocorrem apenas quando a presa está em contato direto ou indireto com o predador, incluindo defesas evasivas (tanatose, deflexão do ataque, recuo e fuga), e respostas contundentes, como a retaliação (Gnaspini & Hara, 2007). Ambas as estratégias de defesa aumentam a chance de sobrevivência dos indivíduos (Gnaspini & Hara, 2007).

As estratégias de defesa secundária são eficientes quando os animais conseguem aumentar suas chances de sobrevivência, reduzindo a probabilidade de serem atacados ou feridos pela presença direta ou indireta do predador (Chelini *et al.*, 2009). Duas possíveis estratégias de defesa secundárias são a agregação e a paralisação. Os benefícios mais conhecidos da agregação incluem o efeito de confusão e o efeito de diluição, que combinados resultam em uma única estratégia chamada redução de ataque (Wrona & Dixon, 1991; Uetz *et al.*, 2002). O efeito de confusão resulta da dispersão dos indivíduos, confundindo o predador (Wrona & Dixon, 1991). Já o efeito de diluição resulta na diminuição da chance individual de predação (Wrona & Dixon, 1991). Em adição, o comportamento de indivíduos do mesmo grupo de se agregar cria um efeito geométrico, em que os animais posicionados no centro do grupo diminuem o próprio risco de predação através da proteção que é fornecida por outros indivíduos que o estão envolvendo (Maier, 1998; Uetz *et al.*, 2002). Outros benefícios obtidos pelo comportamento de agregação envolvem o aumento da probabilidade de detecção do predador e comunicação do risco de

predação entre os indivíduos (Krebs & Davies, 1994; Maier, 1998; Uetz *et al.*, 2002).

A paralisação envolve um estado de completa imobilização da presa quando na presença de alguma ameaça. Esta estratégia não está associada com a adoção de posturas estereotipadas (Chelini *et al.*, 2009), e os animais se mantêm alertas e fisiologicamente ativos. A paralisação frequentemente representa uma resposta inicial à ameaça e ocorre imediatamente após a detecção do predador. Este mecanismo de defesa é particularmente importante para espécies de presas cujos predadores se orientam por vibrações ou pistas visuais (Chelini *et al.*, 2009).

Girinos apresentam diversas estratégias de defesa, relacionadas à vulnerabilidade e à exposição prolongada a uma grande variedade de predadores (Wells, 2007). Alguns girinos possuem defesas primárias como colorações crípticas, que diminuem a chance de serem detectados. Outros apresentam defesas químicas e, em alguns casos, advertem sua impalatabilidade por meio de colorações aposemáticas, diminuindo a chance de serem capturados por seus predadores (Wells, 2007). Outra resposta é a alteração do seu período de atividade para outro em que o predador não esteja ativo, reduzindo assim o tempo de exposição aos predadores (Wells, 2007). Além de mudanças na morfologia, a presença de predadores pode induzir respostas secundárias de defesa nos girinos (Eterovick, 2000; Wells, 2007), como por exemplo, a agregação dos indivíduos (Krebs & Davies, 1993; Maier, 1998), a fuga ou a paralisação (Wells, 2007).

Algumas espécies de girinos podem reagir à presença de potenciais predadores por meio de pistas químicas derivadas de co-específicos feridos. Estas respostas são: a formação de agregações, o afastamento da fonte do estímulo químico ou a paralisação do movimento dos girinos (Wells, 2007). As espécies do gênero *Rhinella* são impalatáveis (Eterovick, 2000), porém a impalatabilidade não confere necessariamente defesa contra todos os

possíveis predadores. Desse modo, o objetivo deste estudo foi investigar se girinos da espécie *Rhinella ornata* podem também apresentar respostas secundárias de defesa a um estímulo químico relacionado a um co-específico ferido. Para tanto, testamos as seguintes hipóteses: na presença de sinal químico de co-específico ferido (1) girinos se agregam, de modo a reduzir o risco de predação individual; (2) ou ficam parados, de modo a não serem notados.

## MATERIAL & MÉTODOS

Capturamos indivíduos de girinos da espécie *Rhinella ornata* (Amphibia: Bufonidae) em uma poça marginal ao rio Guarauzinho, localizado na Estação Ecológica Juréia-Itatins (24°32'S; 47°15'W). Utilizamos o método de busca ativa e capturamos indivíduos pertencentes a um único cardume com uma peneira.

Utilizamos bandejas (33 × 28 cm), nas quais adicionamos areia (1 cm profundidade) e água (2 cm profundidade), coletadas respectivamente no leito do rio Guarauzinho e na poça marginal onde os girinos foram obtidos. Maceramos dois indivíduos de girinos com água do local de coleta e filtramos esse macerado para remoção de partículas maiores. Os tratamentos consistiram em aplicar nas bandejas o macerado de girino (n = 21) ou água do local de coleta como controle (n = 21). Em cada bandeja colocamos oito girinos e fixamos o tempo para aclimação dos indivíduos à bandeja em 5 min.

Contamos o número de girinos paralisados antes da aplicação dos tratamentos (n1) e um minuto após a aplicação dos tratamentos (n2). Calculamos então a diferença entre n2 e n1 para cada bandeja, e utilizamos essa medida para quantificar a paralisação dos indivíduos após a aplicação do tratamento. Calculamos então a média de indivíduos paralisados em cada tratamento (macerado e controle) e utilizamos a diferença entre estas médias como nossa estatística de interesse. Esperamos que a média das paralisações seja maior nas bandejas em que foi aplicado o macerado de girino.

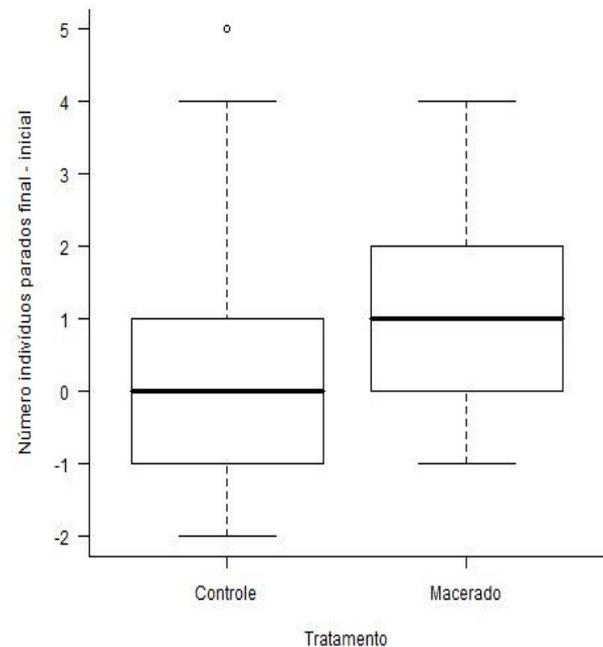
Imediatamente antes e um minuto após a aplicação dos tratamentos tiramos uma foto de cada bandeja e calculamos, a partir de cada foto, a soma das distâncias de cada girino ao girino mais próximo, antes (S1) e depois (S2) da aplicação dos tratamentos. Calculamos então a diferença entre S2 e S1 para cada bandeja, e consideramos essa diferença como medida de a agregação dos indivíduos após a aplicação dos tratamentos.

Diferenças negativas indicam que o grau de agregação aumentou após a aplicação do tratamento. Calculamos a média das agregações para cada tratamento (macerado e controle) e utilizamos a diferença entre essas médias como nossa estatística de interesse. Esperamos que a agregação seja maior após a aplicação do macerado de girino.

Para testar a significância das estatísticas de interesse, geramos distribuições nulas a partir de 5000 aleatorizações dos dados originais. Obtivemos os valores de p dividindo a quantidade de valores gerados para a estatística de interesse que fossem maiores ou iguais aos observados pelo número de aleatorizações.

## RESULTADOS

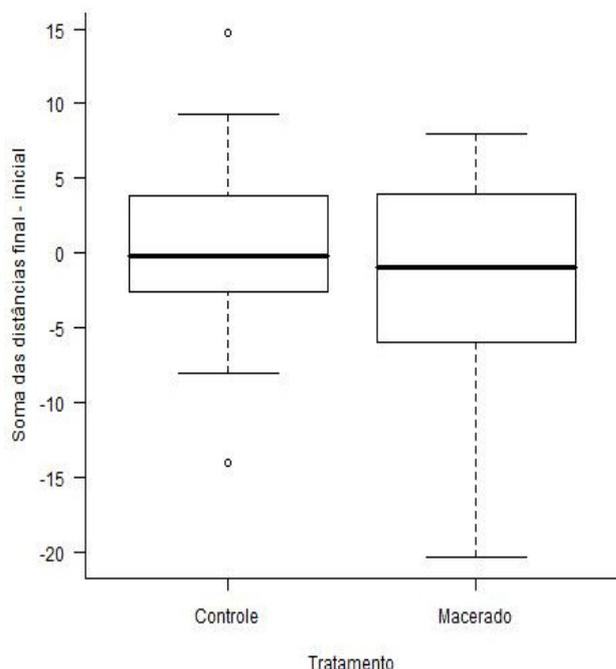
A paralisação dos indivíduos após a aplicação dos tratamentos não diferiu entre os tratamentos de macerado de girino e água (média  $_{\text{paralisações macerado}} = 1,1 \pm 1,6$ ; média  $_{\text{paralisações controle}} = 0,6 \pm 1,9$ ; p = 0,17). A amplitude dos valores das paralisações foi grande nos dois tratamentos, variando de -2 a 4 (Figura 1).



**Figura 1.** Paralisação dos indivíduos na presença de macerado de girino e controle (água). As caixas representam 50% dos dados. As barras horizontais dentro das caixas representam as medianas e as linhas tracejadas representam o 1º e o 4º quartis.

A agregação dos indivíduos após a aplicação dos tratamentos não diferiu entre os grupos experimentais (média  $_{\text{agregações macerado}} = -1,7 \pm 7,1$ ; média  $_{\text{agregações controle}} = 0,3 \pm 6,2$ ; p = 0,17). A amplitude de valores de agregação nas bandejas

em que foi aplicado apenas água foi menor do que nas bandejas em que foi aplicado o macerado de girinos (Figura 2), porém esta diferença é devida a apenas um valor muito baixo de agregação no tratamento em que foi aplicado o macerado de girino.



**Figura 2.** Agregação dos indivíduos na presença de macerado de girinos e tratamento controle (água). As caixas representam 50% dos dados, as barras horizontais dentro das caixas representam as medianas e as linhas tracejadas representam 1º e 4º quartis.

## DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que as pistas químicas de co-específicos feridos não induzem o comportamento de agregação nem de paralisação em *R. ornata*. Como os girinos do gênero a que esta espécie pertence são aposemáticos (Wells, 2007), é possível que a presença deste tipo de resposta primária seja suficiente para que os indivíduos sejam pouco predados. Além disso, como é comum que os girinos desta espécie vivam em cardumes (ainda que não obrigatoriamente), é possível que a agregação potencialize o sinal aposemático, como descrito para outras espécies (Eterovick, 2000; Wells, 2007).

Assim, ainda que a resposta secundária à pista química de um co-específico ferido seja uma característica comum do gênero *Rhinella*, é possível que este tipo de pista química na espécie *R. ornata* não tenha sido selecionada como um estimulador de resposta de alarme. O comportamento de agregação como estratégia de defesa pode ocorrer

em resposta a outros tipos de estímulos não abordados neste estudo, como por exemplo, através da alteração das vibrações emitidas por um co-específico ferido. A resposta de defesa dos girinos pode ainda depender do reconhecimento direto do predador, que pode ocorrer por estímulo químico ou mecânico liberado pelo predador ou por ambos (Wells, 2007). Por exemplo, Watt *et al.* (1997) testaram que os girinos da espécie *Bufo bufo* se agregaram em resposta ao estímulo químico enviado a partir de um peixe predador (apud Wells, 2007). Além disso, Spieler & Linsenmair (1999) descreveram que os girinos da espécie *Bufo maculatus* formaram agregações apenas em resposta à presença de pista de co-específico ferido e estímulo mecânico produzido pelos predadores (Wells, 2007).

As estratégias de defesa secundária investigadas neste trabalho não apareceram como resposta ao estímulo químico de um co-específico. Dessa forma, sugerimos que futuros estudos investiguem as respostas dos girinos ao estímulo mecânico gerado pela presença de um co-específico ferido, e/ou aos estímulos químicos e mecânicos gerados pelo predador.

## REFERÊNCIAS

- Chelini, M.C.; R.H. Willemart & E.A. Hebets. 2009. Costs and benefits of freezing behaviour in the harvestman *Eumesosoma roeweri* (Arachnida, Opiliones). *Behavioural Processes*, 82:153-159.
- Eterovick, P.C. 2000. Effects of aggregation on feeding of *Bufo crucifer* (Anura, Bufonidae). *Copeia*, 1: 210-215.
- Gnaspini, P. & M.R. Hara. 2007. Defense mechanisms, pp. 375-399. Em: *Harvestmen: the biology of Opiliones* (R. Pinto-da-Rocha, G. Machado & G. Giribet, eds). Harvard University Press, Massachusetts.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1993. *An introduction to behavior ecology*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Maier, R. 1998. *Comparative animal behavior: an evolutionary and ecological approach*. University of Chicago, Chicago.
- Uetz, G.W.; J. Boyle; C.S. Hieber & R.S. Wilcox. 2002. Antipredator benefits of group living in colonial web-building spiders: the 'early warning' effect. *Animal Behaviour*, 63:445-452.
- Wells, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. University of Chicago, Chicago.

Wrona, F.J. & R.W.J. Dixon. 1991. Group size and predation risk: a field analysis of encounter and dilution effects. *American Naturalist*, 137:186-201.

**Orientação:** Paula H. Valdujo & Cinthia Brasileiro