



# Onde os fracos não tem vez: habilidade de fuga da predação em girinos de diferentes estágios de desenvolvimento

Maikon de Souza Freitas

**RESUMO:** O comportamento de defesa de girinos pode ser induzido pelo reconhecimento de sinais emitidos por coespecíficos durante um evento de predação. O objetivo do meu trabalho foi testar a hipótese de que girinos de *Rhinella ornata* em estágio tardio de desenvolvimento têm maior habilidade em evitar a predação do que girinos em estágio inicial. Utilizei arenas experimentais para analisar a distância percorrida pelos girinos em estágio inicial e em estágio tardio de desenvolvimento sob sinal de predação. Apenas os girinos em estágio tardio respondem ao risco de predação percorrendo uma distância maior após o contato com os sinais de predação. O coeficiente de variação das distâncias percorridas pelos girinos em estágio tardio não apresentou diferenças em relação aos iniciais, refutando a hipótese de seleção dos mais hábeis. Girinos em estágio tardio de desenvolvimento são capazes de perceber sinais químicos e, com isso, podem aumentar suas chances de sobrevivência diante do risco de predação.

**PALAVRAS-CHAVE:** comportamento defensivo, *Rhinella ornata*, risco de predação, sinais de alerta

## INTRODUÇÃO

Em muitas espécies, os indivíduos podem detectar a proximidade de predadores e mudar seu comportamento para reduzir os riscos de predação (Kats & Dill, 1998; Tollrian & Harvell, 1999) e, com isso, aumentar a probabilidade de sobrevivência (Van Buskirk & McCollum 2000a,b). No caso de um baixo risco de predação, as presas podem simplesmente diminuir suas atividades, mas quando o risco de serem predadas é alto, as presas fogem para locais mais seguros (Relyea, 2001). O comportamento de defesa das presas pode ser induzido devido ao reconhecimento de sinais de alerta de outros indivíduos emitidos durante um evento de predação e também por substâncias químicas liberadas pelo predador (Perotti *et al.*, 2006).

Girinos apresentam diferentes comportamentos defensivos diante de um predador, tais como agregação e também respostas ao perigo de predação através da percepção de sinais provenientes de predadores (Wilson & Lefcort, 1993), particularmente quando um coespecífico é predado (Semlitsch & Gavasso, 1992; Schoepner & Relyea, 2005). Variações na morfologia dos girinos ao longo dos estágios de desenvolvimento também podem resultar em alterações na capacidade de fuga de predadores. Sabe-se, por exemplo, que a musculatura da cauda de girinos em estágios tardios aumenta a velocidade de natação desses indivíduos em um evento de predação (e.g. Wells, 2007).

Girinos do gênero *Rhinella* (Amphibia, Bufonidae)

possuem coloração aposemática, são impalatáveis e formam agregações (cardumes), o que pode diminuir o risco de serem predados (Eterovick, 2000). Esses girinos têm como um de seus principais predadores as náíades de libélula, que são conhecidas por serem predadoras vorazes, sendo responsáveis por altas taxas de mortalidade em alguns grupos de organismos (e.g. Wells, 2007).

Considerando que os girinos de *Rhinella ornata* podem ser capazes de manifestar comportamento de defesa induzido por sinais de predação (Santos, 2010), o meu objetivo foi testar a hipótese de que girinos de *R. ornata* em estágio tardio de desenvolvimento têm maior habilidade em evitar a predação do que os indivíduos que estão em estágio inicial. Minhas previsões são que, (1) na população deve haver indivíduos mais habilidosos em percorrer uma maior distância de fuga do que outros. Então, espero que os indivíduos em estágio tardio tenham em média maior habilidade para evitar a predação que os em estágio inicial, por que tiveram sucesso em não serem predados e conseguiram chegar a estágio tardio. (2) O coeficiente de variação das distâncias percorridas para a fuga entre os girinos em estágio tardio deve ser menor do que entre os girinos em estágio inicial. Assim, os indivíduos da população que chegaram ao estágio tardio de desenvolvimento são aqueles que foram mais habilidosos em evitar a predação, fugindo a uma distância segura do risco de serem predados.

# MATERIAL & MÉTODOS

## Área de coleta

Realizei a coleta dos girinos de *R. ornata* e as náíades de Odonata no córrego do Olívio, localizado na Estação Ecológica Juréia-Itatins (24°38'71"S; 47°01'73"O), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Os girinos foram encontrados agregados nas margens de remansos do córrego.

## Experimento em laboratório

No laboratório, separei os girinos em dois grupos de diferentes estágios de desenvolvimento em duas bandejas (37 x 33 x 5 cm). Os grupos de girinos foram categorizados segundo a tabela proposta por Gosner (1960). O primeiro grupo denominei de estágio inicial, constituído por girinos em estágios inferiores ao 23 (Gosner, 1960), ou seja, os indivíduos que não apresentaram indicativo do surgimento dos membros inferiores. O segundo grupo denominei de estágio tardio, composto por girinos em estágios superiores ao 35 (Gosner, 1960), em que já era possível visualizar o surgimento dos membros inferiores.

Para obter uma substância com sinais de predação, em um pote plástico (11 x 16,4 x 6 cm) com 400 ml de água contendo folhas do leito do córrego de coleta, foram adicionadas três náíades de Odonata e 30 girinos. Após 24h observei que apenas três girinos tinham sido predados, então macerei mais 10 girinos pequenos nesta água para aumentar a concentração de sinais de predação. As náíades foram removidas e o líquido foi filtrado com peneira para retirar os resíduos. Esse extrato foi utilizado para testar se os girinos detectam sinais de alerta de coespecíficos predados, e foi denominado de "sinais de predação".

Para testar se os girinos detectam o perigo de predação, construí uma arena experimental em formato de uma calha semi-circular (100 x 5 cm) com bambu e uma trena (em escala de centímetros) acoplada para medir a distância percorrida por cada girino. No início da calha criei um compartimento (5 x 5 cm) delimitado com um anteparo feito com lâmina de plástico flexível a 5 cm do ponto inicial da calha para a aclimação dos girinos antes de iniciar os tratamentos. A água utilizada nessa calha foi coletada no riacho onde os girinos foram coletados. A distância percorrida foi a distância em que os girinos se encontravam após 2 min da aplicação dos sinais de predação.

Para medir a distância percorrida na fuga após o sinal de predação, escolhi ao acaso um girino do grupo em estágio tardio para o tratamento e um

para o controle. Coloquei cada girino separadamente em uma arena e deixei-os aproximadamente 2 min nos compartimentos de aclimação. Em seguida, adicionei 1 ml do sinais de predação no tratamento e 1 ml de água no controle, e retirei o anteparo plástico para a liberação do girino do compartimento de aclimação. Após 2 min verifiquei a localização dos indivíduos e anotei a distância percorrida. Depois disso, a água foi descartada e as calhas foram lavadas para reposição de uma nova água proveniente do local de coleta dos girinos. Todo esse procedimento foi considerado como uma rodada experimental e foi replicado 30 vezes, sendo 30 girinos para o tratamento e 30 para o controle. O mesmo procedimento foi feito para o grupo de girinos em estágio inicial, também em 30 rodadas.

## Análise de dados

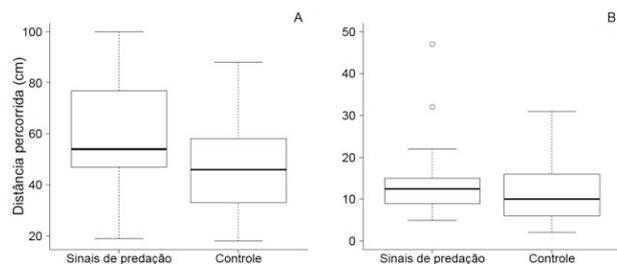
Para testar a previsão que girinos em estágio tardio são mais habilidosos em evitar a predação, minha estatística de interesse foi a diferença entre as médias das distâncias percorridas pelos girinos no tratamento e no controle. Para criar um cenário nulo em que não há diferença entre as médias do tratamento e do controle, embaralhei os dados dos dois grupos e calculei novamente a diferença entre as médias. Repeti esse procedimento 10.000 vezes e verifiquei a proporção de valores da estatística de interesse que foram iguais ou superiores ao observado. Essa proporção estima a probabilidade do valor observado da estatística de interesse ter sido gerado pelo cenário nulo. A hipótese nula de que a distância percorrida é igual no grupo tratamento e no controle é rejeitada quando a probabilidade for menor do que 5%.

Para testar minha segunda previsão de que os girinos que chegaram ao estágio tardio de desenvolvimento são uma fração com menor variabilidade do conjunto de girinos em estágio inicial, minha estatística de interesse foi o coeficiente de variação das distâncias percorridas pelos girinos do estágio tardio sob sinais de predação. Criei um cenário nulo reamostrando com reposição as distâncias percorridas por girinos em estágio inicial para criar uma distribuição de coeficientes de variação na qual os girinos em estágio tardio são uma amostra aleatória dos girinos em estágio inicial. Minha previsão era que o coeficiente de variação do grupo em estágio tardio seria menor do o do grupo em estágio inicial. Depois de realizar as reamostragens, segui os mesmos procedimentos descritos acima para estimar a probabilidade do coeficiente de variação dos girinos em estágio tardio sob sinais de predação ser diferente dos girinos em estágio inicial.

## RESULTADOS

A diferença entre as médias das distâncias percorridas pelos girinos em estágio tardio foi maior sob sinais de predação que no controle ( $p = 0,008$ ), porém as distâncias entre girinos em estágio inicial não diferiram sob esses sinais e o controle ( $p = 0,112$ ; Figura 1).

O coeficiente de variação das distâncias percorridas pelos girinos em estágio tardio foi de 0,373. Um valor de coeficiente de variação igual ou menor do que este foi obtido em 1010 de 10.000 das reamostragens das distâncias percorridas pelos girinos em estágio inicial, sob sinais de predação. Assim não há evidências de redução da variação de distâncias percorridas em estágios tardios, em relação aos iniciais ( $p = 0,101$ ).



**Figura 1.** Distribuição das distâncias percorridas na fuga de girinos de *Rhinella ornata* do grupo em estágio tardio (A) e do grupo em estágio inicial (B). As barras indicam uma vez e meia o espaço interquartil, a caixa circunscreve 50% dos dados e a linha horizontal dentro da caixa representa a mediana. Os dois círculos são outliers.

## DISCUSSÃO

A previsão de que os girinos em estágio tardio de desenvolvimento de *R. ornata* são mais habilidosos em fugir para evitar a predação foi corroborada. Isso sugere que esses girinos são capazes de perceber a presença de substâncias liberadas após a predação de coespecíficos e, com isso, podem evitar serem predados fugindo para locais seguros. Outros estudos mostraram que os girinos são sensíveis ao risco de predação e podem detectar não somente se os predadores estão presentes, mas também se eles estão capturando outros girinos (Van Buskirk & Arioli, 2002; Perotti *et al.*, 2006). Experimentos realizados com *Bufo arenarum* demonstram que esta espécie também pode ter respostas comportamentais quando expostos a restos de coespecíficos predados e a presença de predadores como náiades de Odonata (Perotti *et al.*, 2006). A capacidade de percepção de sinais químicos pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento dos girinos e isso faz com que indivíduos em estágio tardio

sobrevivam melhor em ambientes com alto risco de predação do que seus coespecíficos em estágios iniciais.

A previsão de que os girinos que atingiram o estágio tardio são os mais habilidosos dentro da população em evitar a predação não foi corroborada, pois não houve variação entre os coeficientes de variação das distâncias percorridas por indivíduos em estágio inicial e estágio tardio de desenvolvimento. De fato, os indivíduos que sobreviveram até o estágio tardio de desenvolvimento podem apresentar outras estratégias de defesas contra predadores, como estar no centro das agregações, que diminuem as chances de serem predados (e.g. Wells, 2007). Isso pode explicar como alguns girinos em estágios iniciais de desenvolvimento conseguem evitar a predação e alcançar estágios tardios, quando já possuem a capacidade de perceber sinais de predação.

Alguns autores observaram essa capacidade de girinos reagirem a sinais de predação, porém eles não mencionam se há diferença na percepção de sinais de predação entre estágios de desenvolvimento dos girinos (Relyea, 2001; Van Buskirk & Arioli, 2002; Perotti *et al.*, 2006). Girinos em estágio tardio devem possuir mecanismos morfológicos e fisiológicos para evitar a predação diferentes dos girinos em estágio inicial. Em estudos futuros, testar a resposta aos sinais de predação em girinos de diferentes estágios de desenvolvimento será fundamental para entender as diferenças na percepção do ambiente durante o desenvolvimento desses organismos. Além disso, seria importante analisar o desenvolvimento dos sistemas sensoriais que identificam esses sinais durante o estágio de desenvolvimento ontogenético dos girinos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço todos os professores e monitores do curso de campo por todo apoio e compreensão e também pela oportunidade. Agradeço especialmente todos os alunos pela amizade e por compartilhar esse importante momento em nossas vidas como pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

- Eterovick, P.C. 2000. Effects of aggregation on feeding of *Bufo crucifer* tadpoles (Anura, Bufonidae). *Copeia*, 1: 210-215.
- Gosner, K.L. 1960. A simplified table for staging anurian embryos and larvae with notes on identification. *Herpetologica*, 16:183-190.

- Kats, L.B., & L.M. Dill. 1998. The scent of death: chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience*, 5:361–394. 46:1017–1019.
- Perotti, M.G.; L.A. Fitzgerald; L. Moreno & M. Pueta 2006. Behavioral responses of *Bufo arenarum* tadpoles to odonate naiad predation. *Herpetological Conservation and Biology*, 1:117-120.
- Relyea, R.A. 2001. The relationship between predation risk and antipredator responses in larval anurans. *Ecology*, 82:541-554.
- Santos, M.B. 2010. Corre gurizada: respostas defensivas em girinos de *Rhinella ornata* (Amphibia: Bufonidae) perante indícios de predação. Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Schoeppner, N.M., & R.A. Relyea. 2005. Damage, digestion, and defence: the roles of alarm cues and kairomones for inducing prey defences. *Ecology Letters*, 8:505-512.
- Semlitsch, R.D. & S. Gavasso. 1992. Behavioral responses of *Bufo bufo* and *Bufo calamita* to chemical cues of vertebrate and invertebrate predators. *Ethology, Ecology and Evolution*, 4:165-173.
- Tollrian, R. & C.D. Harvell. 1999. *The ecology and evolution of inducible defenses*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Van Buskirk, J. & A. McCollum. 2000a. Influence of tail shape on tadpole swimming performance. *Journal of Experimental Biology*, 203:2149-2158.
- Van Buskirk, J. & A. McCollum. 2000b. Functional mechanisms of an inducible defense in tadpoles: Morphology and behavior influence mortality risk from predation. *Journal of Evolutionary Biology*, 13:336-347.
- Van Buskirk, J. & M. Arioli. 2002. Dosage response of an induced defense: how sensitive are tadpoles to predation risk? *Ecology*, 83:1580–1585.
- Vital, M.V.C. & P. Marco-Júnior 2003. Padrão diário de atividade de *Tigriagrion aurantigrum* (Odonata: Coenagrionidae). VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza.
- Wells, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Wilson, D.J. & H. Lefcort. 1993. The effect of predator diet on the alarm response of red-legged frog, *Rana aurora*, tadpoles. *Animal Behaviour*,