



Antes só do que mal acompanhado: agregação e velocidade de deslocamento em girinos de *Rhinella ornata* (Bufonidae) em diferentes estágios de desenvolvimento

Felipe Oricchio, Juliana Correia, Karine Costa & Thiago Pereira

RESUMO: Girinos que formam cardumes são um bom modelo para avaliar os custos e benefícios da vida em grupo. Neste trabalho testamos duas hipóteses: (a) girinos em estágio inicial de desenvolvimento (pequenos) são mais gregários que girinos em estágio tardio (grande), pois a agregação traria maior proteção contra predadores; (b) girinos grandes devem ser mais rápidos que girinos pequenos, pois possuem musculatura de natação mais desenvolvida. Por meio de experimentos em laboratório, demonstramos que girinos pequenos são mais gregários e têm menor velocidade de deslocamento que girinos grandes. A menor agregação em girinos grandes deve estar associada à competição por alimento, uma vez que eles têm maior dificuldade de obtenção de recursos alimentares do que girinos pequenos. O aumento na velocidade, entretanto, deve facilitar a fuga de predadores, reduzindo os custos de se desgarrar temporariamente do cardume.

PALAVRAS-CHAVE: competição intraespecífica, custos e benefícios, estratégia de defesa, predação, ontogenia

INTRODUÇÃO

A formação de grupos coespecíficos é um comportamento comum em várias espécies de animais como, por exemplo, cardumes de peixes, bandos de veados, antílopes, aves e insetos sociais (Edmunds, 1974). Tal comportamento acarreta em diversos benefícios e custos associados à sobrevivência dos indivíduos que fazem parte dos grupos. O incremento na vigilância contra potenciais predadores, a possibilidade de defesas mais contundentes e eficientes, assim como a redução da probabilidade individual de predação (efeito de diluição) são alguns exemplos de benefícios relacionados ao comportamento de agregação. Por outro lado, grupos maiores podem chamar mais a atenção de predadores e aumentam a necessidade de divisão de recursos alimentares, intensificando a competição intraespecífica. Dessa forma, a evolução e a manutenção da vida em grupo estão diretamente relacionadas ao balanço entre custos e benefícios desse comportamento (Krebs & Davies, 1996).

Para girinos, o período larval é o mais suscetível à mortalidade por predação e estima-se que menos de 10% dos girinos em uma população atinjam a idade adulta (Wells *et al.*, 2007). Um dos mecanismos de defesa contra predação observados entre girinos de várias espécies é a formação de grupos, também conhecidos como cardumes (Wells *et al.*, 2007). Esses girinos que formam cardumes são um bom modelo de estudo para avaliar as vantagens e desvantagens associadas à vida em grupo.

Sabe-se, por exemplo, que indivíduos do cardume são capazes de detectar pistas químicas na coluna d'água, tanto provenientes de predadores quanto de co-específicos recém predados. Frente a essas pistas, os girinos podem responder prontamente, seja fugindo ou aumentando o grau de agregação dos indivíduos (Perotti *et al.*, 2006). Dado que os girinos passam por uma série de transformações morfológicas ao longo do desenvolvimento, é possível que a resposta comportamental de fugir ou agregar-se varie ao longo do período larval.

Uma das principais alterações morfológicas ao longo da ontogenia dos girinos é o aumento da musculatura de natação, que aumenta a eficiência de fuga (Wells *et al.*, 2007). Essa mudança morfológica pode ser acompanhada de mudanças comportamentais. Sabe-se, por exemplo, que girinos em estágios avançados de desenvolvimento tendem a ficar mais dispersos e a se movimentar mais na coluna d'água em busca de alimento, reduzindo a competição por recursos alimentares com outros membros do cardume (Wells *et al.*, 2007). No entanto, tal comportamento reduz o efeito de diluição, aumentando a probabilidade de predação do indivíduo que se desgarrar do grupo (Wells *et al.*, 2007). Assim, os custos e benefícios da vida em grupos devem variar ao longo do desenvolvimento dos girinos.

Os girinos de *Rhinella ornata* (Amphibia: Bufonidae) ocorrem em riachos e poças permanentes,

formam de pequenos a grandes cardumes e apresentam estratégias de defesa como aposematismo, impalatabilidade e comportamento gregário (Eterovick, 2000). Para os indivíduos dessa espécie, a vida em grupo pode ser vantajosa, pois o agrupamento pode tanto incrementar o sinal aposemático para o predador quanto aumentar o efeito de diluição (Cavalheri, 2010). No entanto, sob condições de recursos alimentares escassos, os custos do comportamento gregário poderiam se sobrepor às vantagens. Nesse caso, seria esperado que indivíduos maiores, supostamente com maior velocidade de fuga, estivessem mais propensos a abandonar os cardumes para forragear.

Neste trabalho, investigamos se o comportamento gregário e a velocidade de deslocamento variam ao longo do desenvolvimento ontogenético dos girinos de *R. ornata*. Mais especificamente, testamos duas hipóteses: (a) girinos em estágio larval inicial apresentam maior grau de agregação do que girinos em estágio tardio, pois nos estágios iniciais a agregação traria maior proteção contra predadores, uma vez que a capacidade de natação dos indivíduos pequenos deve ser menor; (b) girinos em estágio tardio de desenvolvimento larval são mais rápidos do que girinos em estágio inicial, pois possuem musculatura de natação mais desenvolvida, o que permitiria que os indivíduos fossem mais eficientes na fuga de predadores.

MATERIAL & MÉTODOS

Procedimentos gerais

Coletamos os girinos de *R. ornata* em um riacho próximo à praia da Barra do Una, localizado na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Barra do Una, no litoral sul do estado de São Paulo. Os girinos coletados estavam em dois estágios de desenvolvimento larval: inicial, caracterizado por indivíduos pequenos com média (\pm DP) do comprimento rostro-caudal de $10,67 \pm 1,05$ mm ($n = 30$), e tardio, caracterizado por indivíduos grandes com média (\pm DP) do comprimento rostro-caudal de $22,37 \pm 2,58$ mm ($n = 30$). Acondicionamos os girinos em caixas separadas contendo água do riacho e os levamos para o laboratório, onde submetemos os indivíduos a dois procedimentos distintos para testar as hipóteses quanto ao grau de agregação e à velocidade de deslocamento.

Grau de agregação

Para testar o grau de agregação dos girinos, utilizamos duas bandejas brancas com a área do fundo demarcada com 32 quadrantes de 5 x 5 cm.

Colocamos grupos de 30 girinos pequenos e 30 girinos grandes em bandejas distintas. Aguardamos 10 min para a aclimação e, após este período, fotografamos as bandejas a fim de contarmos o número de girinos por quadrante. Repetimos esse procedimento 10 vezes para cada grupo amostral, usando girinos diferentes. Usamos um índice para avaliar a agregação dos girinos composto pela variância do número de indivíduos por quadrante em cada bandeja. De acordo com esse índice, valores maiores expressam maior grau de agregação. Vale salientar que os quadrantes das bandejas eram grandes o suficiente para comportar todos os 30 girinos, tanto grandes quanto pequenos. Sendo assim, não foi necessária a medida de agregação relativa ao tamanho do corpo.

Para testar a previsão que o índice de agregação seria maior para girinos pequenos, definimos como estatística de interesse a diferença entre as médias dos índices de agregação. Criamos um cenário nulo da distribuição de valores da estatística de interesse a partir de dez mil aleatorizações da distribuição dos dados dos índices de agregação. Por fim, contamos os valores maiores ou iguais ao índice de agregação observado e dividimos pelo número de aleatorizações, definindo a probabilidade do valor obtido ser encontrado ao acaso.

Velocidade de deslocamento

A fim de testar se a velocidade dos girinos varia de acordo com o estágio de desenvolvimento larval, desenhamos um experimento que mede o tempo de deslocamento de cada indivíduo em uma distância conhecida. Construímos uma arena experimental em formato de calha com um colmo de bambu e uma trena fixada ao fundo para medir a distância percorrida pelos girinos. Definimos uma área inicial de 5 cm para a aclimação e uma distância de 20 cm para o deslocamento do girino. Estimulamos cada girino com uma pinça para que percorresse a distância estipulada. O experimento ocorreu em temperatura da água constante (20 °C). Ao final do experimento, calculamos a velocidade de deslocamento, dada pela razão entre a distância percorrida e o tempo gasto.

A fim de testar nossa previsão que girinos grandes apresentam maior velocidade de deslocamento que girinos pequenos, definimos como estatística de interesse a diferença entre as médias de velocidade de deslocamento de cada grupo amostral. Criamos um cenário nulo da distribuição de valores da estatística de interesse a partir de dez mil aleatorizações da distribuição dos dados de velocidade de deslocamento. Contamos o número de vezes que obtivemos valores maiores ou iguais

à velocidade de deslocamento observada. Por fim, dividimos esse número pelo número de aleatorizações, definindo a probabilidade do valor obtido ser encontrado ao acaso.

RESULTADOS

Girinos de *R. ornata* pequenos apresentaram índice de agregação quase duas vezes maior do que girinos grandes ($p = 0,004$; Figura 1). A velocidade de deslocamento também diferiu entre girinos grandes e pequenos. Girinos grandes foram, em média, 2,4 vezes mais rápidos do que girinos pequenos ($p < 0,001$; Figura 2).

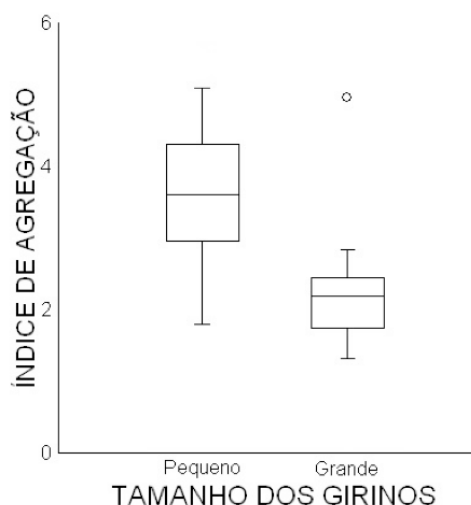


Figura 1. Boxplot de mediana e quartis do índice de agregação de girinos de *Rhinella ornata* pequenos (estágio inicial de desenvolvimento) e grandes (estágio tardio de desenvolvimento). As caixas representam a distância entre o 1º e o 3º quartil e as linhas verticais representam 1,5 vezes o valor da distância entre quartis. O círculo representa um ponto extremo.

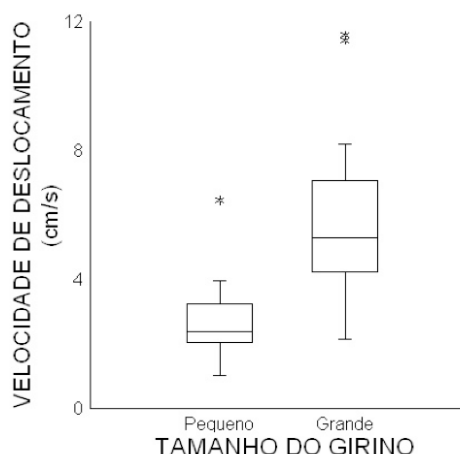


Figura 2. Boxplot de mediana e quartis da velocidade de deslocamento de girinos de *Rhinella ornata* pequenos (estágio inicial de desenvolvimento) e grandes (estágio tardio de desenvolvimento). As caixas representam a distância entre o 1º e o 3º quartil e as linhas verticais representam 1,5 vezes o valor da distância entre quartis. Os asteriscos representam pontos extremos.

DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstram que girinos de *R. ornata* em estágio inicial de desenvolvimento são mais gregários e possuem menor velocidade de deslocamento do que girinos em estágio tardio, o que corrobora ambas as hipóteses propostas aqui. É possível, portanto, que exista uma mudança de estratégias defensivas ao longo da ontogenia dos girinos. No início da vida, deve ser mais vantajoso permanecer em um cardume compacto, pois o risco de predação é alto (Wells *et al.*, 2007). Conforme os indivíduos crescem, a competição intraespecífica deve aumentar, de forma que os cardumes se tornam menos compactos e a vantagem de forragear individualmente deve aumentar.

Girinos de *R. ornata* são raspadores e consomem algas e detritos aderidos ao substrato das poças (Wells *et al.*, 2007). Esses recursos são geralmente abundantes e o incremento na competição intraespecífica deve ser resultado não da escassez de alimento, mas sim da ineficiência de captura de alimento (Wells *et al.*, 2007). A eficiência na exploração de recursos por girinos está diretamente relacionada ao tamanho da área das partes bucais, que exibem crescimento alométrico negativo, ou seja, se desenvolvem de forma proporcionalmente mais lenta do que o tamanho corporal (Wells *et al.*, 2007). Conseqüentemente, a eficiência de forrageamento deve ser reduzida em girinos de tamanhos maiores, assim como registrado para *Rana pipiens* (Wells *et al.*, 2007). Dessa forma, conforme os girinos crescem, o grau de agrupamento deve diminuir como uma resposta à diminuição da eficiência de forrageio e conseqüente incremento da competição intraespecífica.

Sabendo das vantagens defensivas conferidas pelo comportamento gregário em *R. ornata*, tais como o efeito de diluição e aumento do sinal aposemático (Wells *et al.*, 2007, Koffer *et al.*, 2011), a redução no grau de agregação implicaria em desvantagens aos girinos maiores. No entanto, a maior velocidade de deslocamento em girinos de estágio tardio deve aumentar a capacidade de fuga de predadores, reduzindo assim os custos de se desgarrar temporariamente do cardume. Girinos menores, com musculatura de natação menos desenvolvida (Wells *et al.*, 2007), seriam mais relutantes em abandonar os cardumes, porém pagariam custos mais baixos em termos de competição por alimento, pois devem ser mais eficientes no consumo de recursos. Considerando que, ao longo da ontogenia, girinos de *R. ornata* podem apresentar diferentes estratégias de defesa, sugerimos que estudos futuros avaliem se o grau de agregação continua diminuindo e

velocidade continua aumentando ao longo de todo o desenvolvimento larval.

REFERÊNCIAS

- Allman, T. 2009. *Animal behavior: animal life in groups*. Chelsea House, New York.
- 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; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Edmunds, M. 1974. *Defense in animals*. Logman Group Limited, Great Britain.
- Freitas, M.S. 2012. Onde os fracos não tem vez: habilidade de fuga da predação em girinos de diferentes estágios de desenvolvimento. Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Koffer, S.; S. García, M. Samuel & P. Lemos. 2011. Você me vê, mas você não me quer: aposematismo de girinos de *Rhinella ornata* (Amphibia: Bufonidae). Livro do curso de campo “Ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1996. *Introdução à ecologia comportamental*. Atheneu, São Paulo.
- Wells, K.D. 2007. *The ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Orientadores:** Cíntia Aguirre Brasileiro & José Eduardo de