



Forrageio ótimo de girinos em diferentes condições de risco de predação

Adriana Acero, Louise Alissa de Moraes, Renan Parmigiani & Vinícius Leonardo Biffi

RESUMO: A teoria do forrageio ótimo propõe que os organismos maximizam a obtenção de energia e reduzem os custos energéticos relacionados a atividades de alimentação. Nosso objetivo foi compreender como a disponibilidade de recursos modula a influência do risco de predação sobre a atividade de forrageio em girinos de *Rhinella ornata*. Para isso, medimos o deslocamento dos girinos de diferentes tamanhos corporais submetidos a dois tratamentos: saciado e não saciado. Encontramos que a disponibilidade de alimento e o risco de predação influenciaram a atividade de forrageio.

PALAVRAS-CHAVE: experimento, forrageio ótimo, *Rhinella ornata*, demanda conflitante.

INTRODUÇÃO

Na natureza são encontradas diversas estratégias de forrageio, uma delas é a busca ativa do alimento, na qual os indivíduos que se locomovem mais têm maior chance de encontrar manchas de alimentos (Davies *et al.*, 2012). No entanto, locomover-se no ambiente traz alguns riscos, como a exposição a predadores, doenças ou condições abióticas adversas (Guimarães & Alves, 2010). O ganho final do forrageio é a diferença entre os benefícios de se obter energia e os custos com a busca, manipulação e digestão do alimento (Begon *et al.*, 2007). A teoria do forrageamento ótimo prediz que os indivíduos que maximizam o saldo entre os benefícios e os custos serão selecionados (Davies *et al.*, 2012).

Os organismos modulam seus comportamentos também em função de evitar predadores e da necessidade de obter recursos, gerando uma demanda conflitante que varia diferencialmente na mesma população e em indivíduos com diferentes etapas de desenvolvimento (Begon *et al.*, 2007; Guimarães & Alves, 2010). Por conseguinte, essa pressão pela seletividade na obtenção dos recursos leva a que as taxas de atividade no forrageio dos indivíduos variem segundo a disponibilidade de alimento e o risco de predação ao qual estão expostos (Davies *et al.*, 2012).

Girinos de *Rhinella ornata* (Anura: Bufonidae) são ideais para testar previsões sobre a teoria do forrageamento ótimo sob risco de predação. Durante o seu desenvolvimento, os girinos vivem em poças temporárias. Já que esses girinos são impalatáveis para vertebrados, seus principais predadores são as larvas de libélulas (Odonata) (Costa & Namura,

2014). As larvas de libélulas capturam suas presas usando a estratégia de senta-espera. Animais com essa estratégia não costumam ter preferências alimentares por tamanho de presa, pois a baixa taxa de captura de presas pode gerar longos períodos sem alimento (Johansson, 1991). No entanto, como as larvas de libélulas são pequenas, existe uma limitação do tamanho da presa que elas conseguem capturar (Travis *et al.*, 1985). Portanto, podemos inferir que girinos maiores estariam sob um menor risco de predação por larvas de libélula quando comparados com girinos maiores.

Objetivo do nosso trabalho foi compreender como a disponibilidade de recursos modula a influência que o risco de predação tem sobre a atividade de forrageio em girinos de *R. ornata*. Supondo que (i) se houver baixa disponibilidade de recursos os indivíduos devem se locomover mais a procura de alimento e que (ii) indivíduos sob menor risco de predação devem se locomover com um menor custo associado, nossa hipótese é que, em condições ambientais de alta e baixa disponibilidade de recursos, indivíduos que estão sob maior risco de predação irão se locomover de forma mais variável quando comparados a indivíduos sob menor risco de predação.

MATERIAIS & MÉTODOS

Coleta de dados

Realizamos um experimento com girinos de *R. ornata* coletados em duas poças temporárias no bairro do Guaraú, município de Peruíbe, São Paulo.

Separamos os girinos em dois grupos de 27 indivíduos, que foram submetidos a dois tratamentos: o grupo saciado teve acesso a alimento (ração para peixes) durante as 12 horas anteriores ao experimento, enquanto o grupo faminto não foi alimentado neste mesmo período. O nível de saciedade dos indivíduos simula a disponibilidade de alimento no ambiente, uma vez que é mais fácil encontrar indivíduos saciados em um ambiente com maior disponibilidade de alimento. Ao selecionar os girinos para cada grupo experimental, fizemos com que a variação de tamanho dos indivíduos fosse similar nos dois tratamentos e evitamos indivíduos em fase avançada de desenvolvimento, pois a metamorfose gera muitas mudanças comportamentais e metabólicas que poderiam trazer ruídos ao experimento. Considerando que girinos menores de *R. ornata* devem estar sob um maior risco de predação por larvas de libélula quando comparados com girinos maiores, utilizamos o tamanho corpóreo para medir o risco de predação.

Para medir a atividade dos girinos, colocamos cada indivíduo em uma bandeja com 42 quadrantes de 5 x 5 cm desenhados no fundo. Após deixar o girino se aclimatar por 2 min, realizamos cinco observações com duração de 1 min, com intervalos de 30 s entre elas. Durante a observação, contamos o deslocamento do girino como o número de quadrantes atravessados. Como medimos o deslocamento de um indivíduo cinco vezes, decidimos utilizar o valor da mediana como a variável operacional para a taxa de atividade. Obtivemos o tamanho corpóreo de cada girino medindo o comprimento da cabeça à cauda, com um paquímetro (precisão de 0,01 mm).

Análises estatísticas

Fizemos as análises no programa *RSampling*. Primeiramente, testamos nossa premissa de que (1) indivíduos não saciados se deslocam mais que indivíduos saciados, testando se a diferença das médias de deslocamento entre os dois tratamentos era maior que zero, aleatorizando as medidas de deslocamento com 5.000 permutações. A seguir, testamos nossa segunda premissa de que (2) indivíduos maiores se deslocam mais que indivíduos menores, testando se o coeficiente de regressão linear do deslocamento em relação ao comprimento corporal era maior que zero. Para isso, aleatorizamos as medidas de deslocamento com 5.000 permutações. Vimos que girinos não saciados se deslocaram, em média, cerca de 2,5 vezes mais que girinos saciados ($p < 0,001$; Figura 1). Também observamos que houve uma relação positiva entre o tamanho dos indivíduos e seu deslocamento (coeficiente de regressão = 1,012; $p < 0,01$; Figura 2). Por

fim, testamos nossa previsão de que os coeficientes de regressão linear do deslocamento em relação ao comprimento corporal seriam diferentes entre os tratamentos de saciedade e não saciedade, aleatorizando os tratamentos com 5.000 permutações.

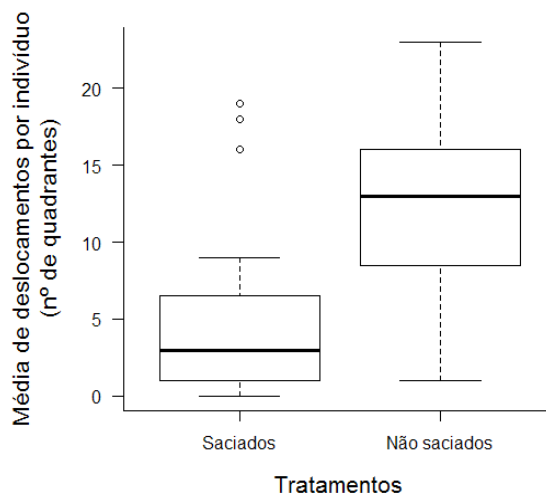


Figura 1. Relação entre os tratamentos de saciedade e as taxas de deslocamento (quadrantes por minuto) de girinos de *Rhinella ornata*. As caixas são os quartis intermediários, a linha central preta representa a mediana, as linhas tracejadas são o desvio-padrão para cada tratamento e os círculos são os valores extremos.

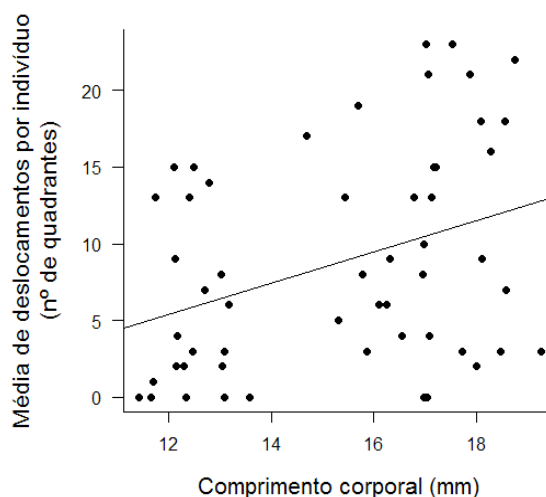


Figura 2. Relação entre comprimento do corpo de girinos de *Rhinella ornata* e seu deslocamento. A reta da regressão linear representa a tendência da relação para o conjunto total de indivíduos.

RESULTADOS

Os girinos utilizados no experimento variaram de 11,42 a 25,84 mm (média \pm desvio padrão = 16,81 \pm 2,48 mm) e as medianas do seu deslocamento variou de 0 a 39 quadrantes (média = 8,96 \pm 7,06).

O tamanho médio dos girinos nos tratamentos de saciedade e não saciedade foi de $17,04 \pm 2,54$ mm e $16,58 \pm 2,38$ mm, respectivamente. Diferente do esperado, não houve um efeito regulador da saciedade sobre a relação entre tamanho do indivíduo e deslocamento ($p = 0,831$; Figura 3).

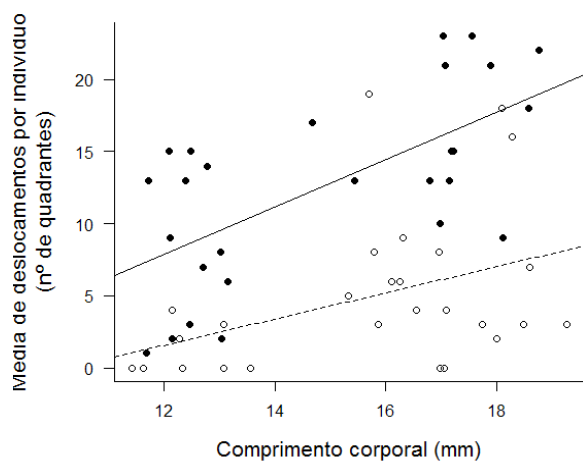


Figura 3. Relação entre comprimento do corpo de girinos de *Rhinella ornata* e seu deslocamento para os dois tratamentos de saciedade e não saciedade. A linha contínua e os pontos pretos representam a regressão linear para indivíduos não saciados e a linha tracejada e os pontos brancos representa a regressão linear para indivíduos saciados.

DISCUSSÃO

Encontramos que a disponibilidade de alimento e o risco de predação influenciaram a atividade de forrageio. Entretanto, esperávamos que indivíduos sob um menor risco de predação, quando comparados com indivíduos sob maior risco de predação, iriam ter atividade de forrageio semelhante em alta e baixa disponibilidade do recurso. Refutamos nossa hipótese, pois não encontramos evidências de que a disponibilidade de alimento modula a relação entre risco de predação e atividade de forrageio.

Como argumentamos anteriormente, sabemos que as necessidades de girinos, que são indivíduos imaturos, giram em torno apenas de alimentar-se para crescer e se desenvolver (Anholt & Werner, 1995). Em nosso trabalho, quando observamos os indivíduos com menor risco de predação, vemos que eles tinham uma menor atividade quando saciados. Temos evidência para concluir que o risco de predação, mesmo que pequeno, não pode ser desconsiderado no nosso sistema (Lima & Dill, 1990).

Nosso trabalho investigou como uma condição ambiental, a disponibilidade de recursos alimentares, modula a demanda conflitante entre atividade de

forrageio e risco de predação. Não encontramos modulação, mas estudos como este são importantes para entender as implicações de atributos ecológicos na resolução das demandas conflitantes em um dado sistema.

REFERÊNCIAS

- Anholt, B & E. Werner. 1995. Interaction between food availability and predation mortality mediated by adaptative behavior. *Ecology*, 76:2230-2234.
- Anholt, B.; E. Werner & D. Skelly. 2000. Effect of food and predators on the activity of four larval ranid frogs. *Ecology*, 81:3509-3521.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Editora Artmed, Porto Alegre.
- Brown, J.S. 1988. Patch use as an indicator of habitat preference, predation risk, and competition. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 22:37-47.
- Costa, R.N. & F. Nomura. 2014. Avaliação de risco e plasticidade comportamental limitada em girinos de *Rhinella ornata* (Anura: Bufonidae). *Iheringia Série Zoologia*, 104:62-167.
- Davies, N.B.; J.R. Krebs & S.A. West. 2012. *An introduction to behavioural ecology*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Guimarães, F. & M.S. Alves. 2010. Teoria do forrageamento ótimo: premissas e críticas em estudos com aves. *Oecologia Australis*, 14:369-380.
- Johansson, F. 1991. Foraging modes in an assemblage of odonate larvae—effects of prey and interference. *Hydrobiologia*, 209:79-87.
- Lima, S.L.; T.J. Valone & T. Caraco. 1985. Foraging efficiency predation risk trade-off in the grey squirrel. *Animal Behavior*, 33:155-165.
- Peacor, S.D. & E.E. Werner. 2000. The contribution of trait-mediated indirect effects to the net effects of a predator. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98:3904-3908.
- Pough, F.H.; C.M. Janis & J.B. Heiser. 2006. *A vida dos vertebrados*. Atheneu Editora, São Paulo.
- Schiesari, L. & E. Werner. SF. Ajustar atividade em função da disponibilidade de alimento é solução comportamental para trade-off entre ganhar energia e evitar predadores. Disponível online em:
- https://www.researchgate.net/publication/237766474_Ajustar_atividade_em_funcao_da_disponibilidade_de_alimento_e_solucao

cao_comportamental_para_tradeoff_entre_ganhar_energia_e_evitar_predadores

Stephens, D.W. & J.R. Krebs. 1986. *Foraging theory*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.

Travis, J.; W.H. Keen & J. Julianna. 1985. The role of relative body size in a predator-prey relationship between dragonfly naiads and larval anurans. *Oikos*, 1:59-65.

Orientação: Luís Schiesari & Adrian González