



CO - OCORRÊNCIA DE GIRINOS DE *PSEUDOPALUDICOLA* AFF. *FALCIPES* (ANURA, LEIUPERIDAE) E PREDADORES EM POÇAS NO NOROESTE PAULISTA

V.T.T.de Sousa^{1,2}

F.B. Teresa^{1,3}; D.C. Rossa - Feres¹

1 - Universidade Estadual Paulista - UNESP, Departamento de Zoologia e Botânica, Rua Cristóvão Colombo, 2265, Jardim Nazareth, CEP 15054 - 000, São José do Rio Preto-SP-Brasil.

2 - Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual Paulista - UNESP.

3 - Programa de Pós - graduação em Biologia Animal, Universidade Estadual Paulista-UNESP.

Tel 17 3221 2366-email: veronicathiem@hotmail.com

INTRODUÇÃO

Padrões de co - distribuição de espécies têm sido frequentemente utilizados para avaliar a atuação de processos bióticos (mutualismo, parasitismo, competição e predação) na estruturação de comunidades (Begon *et al.*, 007). Portanto, a análise de distribuição e co - ocorrência de espécies tem sido aplicada para verificar se as comunidades são estruturadas por padrões não aleatórios (Begon *et al.*, 007). No entanto, além de refletirem interações biológicas, os padrões não aleatórios de distribuição de espécies também podem ocorrer em função de características do hábitat, que podem causar a segregação das espécies devido a adaptações específicas, e também em função de fatores históricos (especiação alopátrica e outros eventos que refletem a história evolutiva das espécies) (Begon *et al.*, 007).

Em geral, os estudos têm sido conduzidos no sentido de determinar como predadores e presas utilizam o hábitat (Lawler, 1989; Azevedo - Ramos *et al.*, 992; Hammond *et al.*, 007) e como o risco de predação determina a distribuição espacial de presas (Mönkkönen *et al.*, 007; Heithaus *et al.*, 009). Entretanto, são raros os estudos que investigam os padrões de co - ocorrência de predadores e presas. Hammond *et al.*, (2007) demonstraram que os predadores escolhem manchas baseando - se no sucesso esperado de predação, enquanto que as presas escolhem as manchas baseadas no balanço entre forrageio e risco de predação, sendo o segundo fator mais importante na determinação da ocorrência e do movimento da presa. Assim, os predadores tendem a favorecer a co - ocorrência enquanto as presas favorecem o oposto.

A habilidade de prever dinâmicas da comunidade requer entendimento do modo de caça do predador, das táticas antipredatórias e, especialmente, das interações entre os mesmos e das interações dos mesmos com as características da paisagem (Heithaus *et al.*, 009). Os hábitats variam em qualidade, em função de características estruturais (veg-

etação e características abióticas), características das manchas de hábitat adjacentes (Thomson *et al.*, 006; Resetaits, 2009) e dinâmica espacial dos predadores (Thomson *et al.*, 006). Essa variação influencia a composição das comunidades que, portanto, refletirá a adaptação das espécies aos hábitats e também a dispersão das espécies entre os mesmos (Bell, 2005), resultando na distribuição espacial desigual das espécies.

Girinos de *Pseudopaludicola* aff. *falcipes* são encontrados em poças temporárias diminutas (média \pm desvio padrão, $13,47 \pm 6,77$ cm de diâmetro) formadas por acúmulo de água em pegadas de gado bovino, na região marginal de corpos d'água de área aberta. Estas poças são bastante numerosas e próximas umas das outras. Além disso, nessas poças podem ser encontradas náíades de Odonata (obs. pessoal), que são consideradas importantes predadores de girinos (Heyer *et al.*, 975; Gascon, 1989; Azevedo - Ramos *et al.*, 992). Observações naturalísticas (DCRF) indicaram que, sob o risco de predação, os girinos exibiam o comportamento de saltar, que possibilita fuga do predador. Experimentos em laboratório mostraram que, uma vez fora de uma poça com predadores, o girino pode deslocar - se para outras poças em que predadores estão ausentes. Assim consideramos que 1) em função da capacidade de deslocamento dos girinos de *P. aff falcipes* entre poças evitando aquelas ocupadas por predadores, a distribuição dos girinos e dos predadores (náíades de Odonata) nas poças obedecerá uma distribuição espacial negativa, ou seja, será mais comum encontrar girinos em poças onde não existem predadores. Entretanto, esse padrão pode ser alterado dependendo do tamanho das poças (Roth & Jackson, 1987). Assim, consideramos também a hipótese de que 2) a distribuição dos girinos e dos predadores é dependente do tamanho das poças, ou seja, a distribuição espacial negativa será mais evidente ao considerar poças pequenas do que poças maiores, em que a coexistência é permitida em razão do maior espaço para fuga dos girinos.

OBJETIVOS

Objetivamos testar: 1) o modelo de distribuição negativa de espécies no ambiente natural (hipótese 1); 2) a co-ocorrência dependente do tamanho das poças (hipótese 2).

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento geral

Para avaliar o padrão de distribuição dos girinos e dos predadores, foram selecionadas 42 poças aleatoriamente localizadas às margens de dois corpos d'água de área aberta localizados nos municípios de Nova Itapirema (21°06'S; 49°32'W) e Icém (20°20'25"S; 49°11'53"W), região noroeste do Estado de São Paulo. As poças foram classificadas quanto às seguintes condições: 1) Poças com girinos e sem predadores; 2) Poças com girinos e com predadores; 3) Poças com predadores e sem girinos. Como o objetivo deste trabalho foi verificar a influência das interações entre girinos e predadores no padrão de distribuição dos mesmos, as poças vazias foram desconsideradas. Com estas informações foi possível testar um modelo de distribuição não - aleatório de espécies (índice *C - score*; Stone & Roberts, 1990) para verificar se as espécies possuem distribuição negativa.

Análise dos dados

Para análise da interferência do predador na distribuição espacial dos girinos de *Pseudopaludicola* aff. *falcipes*, uma matriz de dados de presença - ausência foi submetida à análise de modelos nulos, para verificar se a frequência de co-ocorrência dos girinos e das náíades de Odonata é menor que o esperado ao acaso, pela aplicação do índice *C - score* de Stone & Roberts (1990), no módulo "Co-ocorrência" do programa computacional EcoSim (Gotelli & Entsminger, 2008). O modelo nulo utilizado para a análise da matriz de presença - ausência foi o SIM 2 (linhas fixas e colunas equiprováveis). Mil simulações de comunidades nulas foram feitas por substituição sequencial (*sequential swap*, Gotelli & Entsminger, 2008) e retenção das matrizes degeneradas. Além disso, foi calculado um índice complementar, o *V - ratio* (Robson, 1972; Schluter, 1984), que mede a variabilidade no número de espécies por hábitat e é uma ferramenta útil para se determinar se interações entre as espécies limitam a co-ocorrência de espécies (Gotelli, 2000; Gotelli & Entsminger, 2008).

Para determinar se o volume da poça influencia o padrão de distribuição de *P. aff. falcipes* e das náíades de Odonata, as poças foram divididas em dois grupos: as poças consideradas pequenas (poças medindo até 0,625 dm³) e as poças consideradas grandes (poças maiores do que 0,625 dm³). Tal separação foi baseada na construção de histograma, no qual foi adotado como intervalo das categorias o valor da mediana. Duas matrizes de dados de presença - ausência foram submetidas à análise de modelos nulos: uma com as distribuições de girinos e predadores em poças pequenas e outra com as distribuições de girinos e predadores em poças grandes. Para verificar se a co-ocorrência é dependente do tamanho das poças, os índices *C - score* e *V - ratio* foram aplicados às matrizes (o modelo nulo utilizado foi o SIM 2).

RESULTADOS

Dentre as 42 poças avaliadas, 17 abrigavam apenas girinos, 11 abrigavam girinos e predadores e 14 abrigavam apenas predadores. Predadores e presas não apresentaram, portanto, segregação total em suas distribuições, já que puderam ser verificadas associações positivas em 19,64% das poças.

A distribuição espacial dos girinos de *Pseudopaludicola* aff. *falcipes* apresentou forte associação à presença do predador (*C - score*: observado = 238; simulado: 96,982; p=0,00), de modo que a ocorrência de girinos em poças em que predadores estão ausentes ocorre de forma mais frequente do que a co-ocorrência de girinos e predadores na mesma poça, indicando que o padrão de distribuição espacial de girinos e predadores é negativo. O padrão de distribuição de girinos e predadores foi corroborado pelo índice *V - ratio* (observado = 0,42; simulado = 1,00; p=0,00). Desse modo, corroborando nossa hipótese, estes resultados indicam que a predação constitui fator importante para a determinação da distribuição de *P. aff. falcipes*.

Analisando o padrão de distribuição de girinos e predadores com relação ao tamanho das poças, verificou-se que a co-ocorrência de girinos de *Pseudopaludicola* aff. *falcipes* e náíades de Odonata em poças pequenas foi menor do que o esperado ao acaso (*C - score*: observado = 77; simulado: 25,404; p=0,001) e a variação na distribuição espacial de girinos e predadores foi baixa (*V - ratio*: observado = 0,42; simulado = 1,00; p=0,001). Entretanto, para as poças grandes, ocorreu o inverso: a co-ocorrência de girinos e predadores apresentou-se mais frequente do que o esperado pelo acaso (*C - score*: observado = 30; simulado: 14,132; p=0,13) e a variação na distribuição espacial de girinos e predadores foi alta (*V - ratio*: observado = 0,63; simulado = 1,01; p=0,11). Estes resultados indicam que o padrão de distribuição de girinos e predadores em poças pequenas é limitado pela predação. Por outro lado, em poças grandes a distribuição de *P. aff. falcipes* e náíades de Odonata é positiva.

Quando as poças foram separadas por tamanho, foi verificado que em poças pequenas o padrão de distribuição não aleatório foi mantido. No entanto, em poças grandes, o padrão obtido foi o inverso, caracterizada por um padrão aleatório, ou seja, por co-ocorrências. Assim, os resultados das análises independentemente do tamanho das poças refletiu o padrão de distribuição de girinos e predadores em poças pequenas. A capacidade de deslocamento dos girinos de *P. aff. falcipes* por meio dos saltos provavelmente contribuiu para o deslocamento de girinos para poças livres de predação resultando na distribuição negativa observada. Entretanto, em poças grandes é possível que o risco de predação seja reduzido permitindo a co-ocorrência de girinos e predadores. Assim, o tamanho das poças atua como fator modulador da influência da predação no padrão de distribuição de girinos de *P. aff. falcipes*.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que a distribuição espacial e o padrão de co-ocorrência de girinos

de *Pseudopaludicola* aff. *falcipes* e náíades de Odonata é resultado de uma interação entre um fator biótico (predação) e um fator abiótico (volume da poça) que, em conjunto, são capazes de estruturar o padrão de distribuição de girinos e predadores.

(**AGRADECIMENTOS** - À FAPESP: Bolsa de iniciação científica concedida à VTTS, Proc. 2008/57500 - 7 e Auxílio a projeto temático BIOTA (Proc. 04/04820 - 3))

REFERÊNCIAS

- Azevedo - Ramos, C., Vansluys, M., Hero, J.M., Magnusson, W.E. *et al.*, Influence of tadpole movement on predation by odonate naiads. *Journal of Herpetology*, 226:335 - 338, 1992.
- Begon, M., Townsend, C.R., Harper, J.L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4. ed. Artmed, Porto Alegre, 2007, 752p.
- Gascon, C. Predator - prey interaction in tropical ponds. *Revista Brasileira de Zoologia*, 6(4):701 - 706, 1989.
- Gotelli, N.J. Null model analysis of species co - occurrence patterns. *Ecology*, 81(9):2606 - 2621, 2000.
- Gotelli, N.J., Entsminger, G.L. EcoSim: Null models software for ecology, Version 7, Acquired Intelligence Inc. & Kesey - Bear. Jericho, VT 05465, 2008. Disponível em: <<http://garyentsminger.com/ecosim.htm>>. Acesso em: 02.Out.2008.
- Hammond, J.I., Luttbeg, B., Sih A. Predator and prey space use: dragonflies and tadpoles in an interactive game. *Ecology*, 88(6): 1525 - 1535, 2007.
- Heithaus, M.R., Wirsing, A.J., Burkholder, D., Thomson, J., Dill, L.M. Towards a predictive framework for predator risk effects: the interaction of landscape features and prey escape tactics. *Journal of Animal Ecology*, 78:556 - 562, 2009.
- Heyer, W.R., McDiarmid, R.W., Weigmann, D.L. Tadpoles, predation and pond habitats in the tropics. *Biotropica*, 7(2):100 - 111, 1975.
- Lawler, S.P. Behavioural responses to predators and predation risk in four species of larval anurans. *Animal Behaviour*, v. 38, n. 6, p. 1039 - 1047, 1989.
- Mönkkönen, M., Husby, M., Törnberg, R., Helle, P., Thomson, R.L. Predation as landscape effect: the trading off by prey species between predation risks and protection benefits. *Journal of American Ecology*, 76:619 - 629, 2007.
- Resetarits, W. J., Jr., Binckley, C. A. Predation risk affects colonization dynamics in experimental aquatic landscapes. *Ecology*, 90(4):869 - 876, 2009.
- Roth, A.H., Jackson, J.F. The effect of pool size on recruitment of predatory insects and on mortality in a larval anuran. *Herpetologica*, 43(2):224 - 232, 1987.
- Robson, D.S. Appendix: statistical tests of significance. *Journal of Theoretical Biology*, 34:350 - 352, 1972.
- StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. <www.statsoft.com>.
- Schluter, D. A variance test for detecting species associations, with some example applications. *Ecology*, 65:998 - 1005, 1984.
- Stone, L., Roberts, A. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, 85:74 - 79, 1990.
- Thomson, R.L., Forsman, J.T., Sardà - Palomera, F., Mönkkönen, M. Fear factor: prey habitat selection and its consequences in a predation risk landscape. *Ecography*, 29:507 - 514, 2006.