

Territorialidade em organismos sésseis: líquens como modelo para estudar como a competição pode influenciar a forma e o tamanho de territórios

Bruno Alves Buzatto, Adáises Maciel Silva, Renata da Silva Mello & Thiago Santos

Introdução

Um território é qualquer área defendida por um indivíduo contra a entrada de outros, sejam co-específicos ou não (Maher & Lott 1995). Territórios geralmente estão relacionados à monopolização de recursos que a posse do território fornece ao seu detentor. Para machos, algumas vezes os recursos são fêmeas (Emlen & Oring 1977), e a defesa do território garante ao macho a exclusividade sobre um harém que se encontra dentro desse território (Baker 1983). Em outros casos, machos defendem territórios que contêm recursos explorados pelas fêmeas, como sítios de oviposição, na tentativa de monopolizar as fêmeas que entram nesses territórios em busca desses recursos (Baker 1983). Alternativamente, os recursos defendidos podem ser alimentares, como no caso de beija-flores que defendem as áreas de ocorrência das flores de que se alimentam (Eberhard & Ewald 1994).

O tamanho de um território depende de diversos fatores, incluindo os requerimentos por recursos do detentor do território, a habilidade desse detentor em defender o território, os tipos de

recurso a serem protegidos dentro do território, a distribuição desses recursos e a quantidade de energia necessária para defendê-los (Maier 1998; Adams 2001). Outro fator que afeta o tamanho de territórios é a competição. Em beija-flores, por exemplo, quanto mais indivíduos invadem territórios pré-estabelecidos, menores se tornam esses territórios (Eberhard & Ewald 1994).

Independente das particularidades que diferentes tipos de territorialidade possuem, a definição de território exige apenas que o defensor exclua competidores de uma área específica (Maher & Lott 1995). Essa definição é abrangente o suficiente para incluir organismos sésseis, como os líquens. Esses organismos, que representam a união simbiótica entre fungos e algas, produzem substâncias liquênicas (Pereira *et al.* 2006), que são compostos orgânicos alelopáticos que inibem o estabelecimento ou o desenvolvimento de outros organismos na vizinhança (Molisch 1937). Por meio dessas substâncias, os líquens travam batalhas químicas em suas fronteiras contra líquens vizinhos, resultando em intensa competição por

espaço. Quando um líquen ocupa uma área sobre um tronco, ele exclui outros líquens dessa área, utilizando-a com exclusividade. Além disso, como líquens defendem ativamente suas áreas de ocupação com substâncias químicas, podemos considerar que essas áreas são verdadeiros territórios e as batalhas químicas entre os líquens, um exemplo de defesa territorial.

O objetivo do nosso trabalho foi investigar o tamanho e a forma dos líquens da mesma forma que ecólogos comportamentais estudam territórios de animais. Essa abordagem é uma maneira interessante de estudar esses organismos em uma escala pouco usual para organismos sésseis, a escala do indivíduo. Assim, nesse trabalho procuramos estudar líquens focais para tentar entender melhor a grande variabilidade de formas e tamanhos que os indivíduos naturalmente apresentam. Damos atenção especial à influência que a densidade e diversidade de líquens vizinhos (supostos competidores) exercem sobre a forma e tamanho de um líquen. De maneira análoga aos territórios animais, nossas previsões foram que líquens com maior número de vizinhos e uma maior proporção de suas fronteiras em contato com vizinhos seriam menores e mais irregulares que líquens com poucos vizinhos. Também prevemos que líquens

cercados por uma maior riqueza de vizinhos serão mais irregulares, devido à heterogeneidade das habilidades competitivas de seus vizinhos.

Material & métodos

Área de estudo

Realizamos o estudo no acampamento da Reserva km 41, pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA), na Fazenda Esteio (2°24'S; 59°44'O), localizada 80 km ao norte de Manaus, AM. A área é dominada por floresta de terra firme e o clima na região se caracteriza por duas estações bem definidas, uma seca (julho a novembro) e uma chuvosa (dezembro a junho). A pluviosidade anual varia de 1.900 a 2.300 mm e a temperatura média anual é 26°C (RADAMBRASIL 1998). A maioria dos troncos na área possui uma grande quantidade e diversidade de líquens sobre as cascas de suas árvores, provavelmente devido à alta umidade ambiental.

Amostragem dos líquens

Como nosso interesse foi estudar o formato e o tamanho dos líquens apenas em relação à competição com seus vizinhos, não consideramos a influência de variáveis ambientais. Assim, focamos nossas amostragens em líquens crustosos

que encontramos sobre estacas de madeira de 3,2 m de altura cuja transecção é um quadrado de 9 cm de lado. As faces dessas estacas são lisas e verticais, o que fornece um substrato homogêneo para o crescimento dos líquens. Selecionamos um líquen focal em cada uma das faces laterais das estacas. Para isso, sorteamos alturas de amostragens para cada face das estacas e fotografamos o líquen focal situado no centro dessas faces, mantendo uma régua como escala. Contamos o número e a riqueza de morfoespécies dos vizinhos de cada um desses líquens focais. As morfoespécies foram classificadas de acordo com a sua coloração.

Amostramos um total de 60 líquens e utilizamos metade deles para investigar se o número de vizinhos e a proporção das fronteiras em contato com vizinhos influencia o tamanho dos líquens e se o número de vizinhos influencia a forma dos líquens. Nessa metade da amostra, quando o líquen sorteado possuía um número ou riqueza de vizinhos freqüente em nossas amostras, esse líquen era desprezado e um novo sorteio era feito na tentativa de contemplar ao máximo a variação de número e riqueza de líquens vizinhos. Na outra metade da amostra, selecionamos apenas líquens com 100% de suas fronteiras em contato com vizinhos para investigar se a forma de um

líquen era influenciada pela riqueza de seus vizinhos.

Caracterização dos líquens

Para estimar a área dos líquens, utilizamos as fotos digitais tiradas no campo. No programa Microsoft Power Point, desenhamos o contorno dos líquens e preenchemos a figura resultante de preto. Na mesma foto desenhamos um quadrado preto de 1 cm², usando como escala a régua fotografada junto com o líquen. Utilizando o programa Adobe Photoshop, quantificamos e comparamos o número de pixels da figura obtida com o contorno do líquen com o número de pixels do quadrado de 1 cm² para obter a área dos líquens.

Para estimar a regularidade dos líquens, novamente utilizando o Microsoft Power Point, desenhamos sobre as fotos dos líquens as menores elipses que podiam contê-los. Em seguida, preenchemos cada elipse de preto, quantificamos o número de pixels no seu interior e calculamos a área de cada uma como descrito acima. Dividindo a área do líquen pela área da elipse obtivemos uma proporção, que interpretamos como o índice de regularidade dos líquens, que pode variar de 0 a 1. Valores mais baixos indicam líquens mais irregulares e valores mais altos, líquens com forma mais regular. Escolhemos a elipse como a

figura geométrica regular mais adequada, pois ela possibilita controlar o tamanho do líquen em dois eixos perpendiculares, sendo que a regularidade do líquen pôde ser calculada independente do seu formato ser mais circular ou mais alongado em um de seus eixos. Esse método é baseado na premissa de que líquens crustosos crescem naturalmente de forma circular ou elíptica quando não existem restrições ao seu crescimento.

Finalmente, utilizamos as fotos para calcular a proporção das fronteiras dos líquens que estavam em contato com vizinhos. Para isso, utilizamos o contorno dos líquens previamente desenhados no programa Microsoft Power Point. No mesmo programa apagamos os trechos do contorno que não estavam em contato com líquens vizinhos. A seguir, dividimos o número de pixels (quantificado no programa Adobe Photoshop) da figura resultante pelo número de pixels do contorno completo do líquen, obtendo a proporção das fronteiras do líquen que estavam em contato vizinhos. É importante ressaltar que as linhas de contorno tiveram sua espessura padronizada no Microsoft Power Point em 3 pt.

Análises estatísticas

Comparamos a área dos líquens com o número de vizinhos e com a

proporção de fronteiras em contato com vizinhos através de duas regressões lineares com 30 pontos cada. Também realizamos outras duas regressões lineares para comparar a regularidade dos líquens com o número de vizinhos e com a riqueza de espécies de vizinhos.

Resultados

A área dos líquens amostrados variou de 0,2 a 17,1 cm² (média \pm d.p. = $4,99 \pm 4,03$ cm²). A mediana do número de vizinhos dos líquens amostrados foi cinco (amplitude = 1 - 16), enquanto a mediana da riqueza desses vizinhos foi três (amplitude = 1 - 5). Dos 30 líquens amostrados, 14 deles estavam completamente cercados por líquens vizinhos, e a média da proporção das fronteiras em contato com vizinhos foi $0,87 \pm 0,2$. O índice de regularidade atribuído aos líquens variou de 0,41 a 0,78 ($0,61 \pm 0,12$).

A área dos líquens não se relacionou com o número de seus vizinhos ($R^2 = 0,082$; $p = 0,12$), mas apresentou uma relação negativa significativa com a proporção das fronteiras em contato com vizinhos ($R^2 = 0,15$; $b = -0,42$; $p = 0,02$; Figura 1). Já o índice de regularidade dos líquens não se relacionou com o número de vizinhos ($R^2 < 0,01$; $p = 0,97$), nem com a riqueza desses vizinhos ($R^2 = 0,028$; $p = 0,61$).

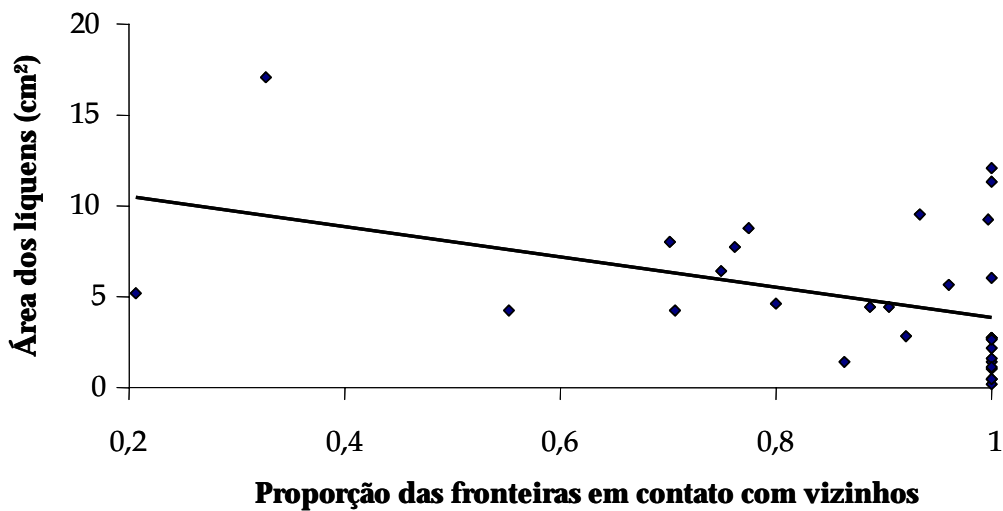


Figura 1. Área dos líquens em função da proporção de suas fronteiras em contato com líquens.

Discussão

Diferente do documentado anteriormente para beija-flores (Eberhard & Ewald 1994), a área dos territórios dos líquens não foi influenciada pelo número de potenciais competidores na vizinhança. No entanto, no caso dos líquens o número de vizinhos não reflete tão bem a intensidade de competição por espaço, já que o mesmo número de vizinhos pode limitar o crescimento do líquen em maior ou em menor intensidade, dependendo do quanto esses líquens estão efetivamente em contato. Assim, a proporção das fronteiras de um líquen que contacta outros líquens deve ser mais informativa sobre a intensidade de competição enfrentada pelos indivíduos. De fato, observamos que a

área dos líquens estava relacionada com essa proporção de fronteiras em contato com competidores. Aparentemente, em líquens poderia haver uma redução no tamanho dos territórios como resposta ao aumento na área de contato, o que apoiaria a hipótese de que quanto maior a intensidade de competição, menor o tamanho dos territórios defendidos. Alternativamente, a variabilidade das áreas dos territórios, mesmo quando uma grande parte das fronteiras está em contato com vizinhos, indica que os territórios devem ser determinados também pela habilidade competitiva de cada espécie.

Não encontramos nenhuma relação entre a nosso índice regularidade da forma dos líquens e o número ou riqueza

de vizinhos. Entretanto, não pudemos controlar em nossas amostragens o tempo de colonização de cada líquen. É possível que os líquens amostrados tenham crescido e assumido suas formas atuais em um cenário competitivo diferente, já que cada um de seus vizinhos pode ter se estabelecido em diferentes momentos. O estudo dos líquens na escala de indivíduos, sob a luz da ecologia comportamental, pode nos auxiliar também a entender melhor as guerras químicas travadas entre esses organismos. Apesar de ainda não termos elucidado o que determina a grande heterogeneidade de formas de líquens, acreditamos que utilizar esses organismos sésseis como modelo pode ser útil para estudar o fenômeno da territorialidade.

Referências bibliográficas

Adams, E.S. 2001. Approaches to the study of territory size and shape. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32: 277-303.

Baker, R. 1983. Insect territoriality. *Annual Review of Entomology*, 28: 65-89.

Eberhard, J.R. & Ewald, P.W. 1994. Food availability, intrusion pressure and territory size: an experimental study of Anna's hummingbirds

(*Calypte anna*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 34: 11-18.

Emlen, S.T. & Oring, L.W. 1977. Ecology, sexual selection, and the evolution of mating systems. *Science*, 197: 215-223.

Maier, R. 1998. Comparative animal behavior: an evolutionary and ecological approach. Allyn & Bacon, Boston.

Maher, C.R. & Lott, D.F. 1995. Definitions of territoriality used in the study of variation in vertebrate spacing systems. *Animal Behaviour*, 49: 1581-1597.

Molisch, H. 1937. Der einfluss einer Pflanze auf die andere- Allelopathie. Fischer, Jena.

Pereira, E.C.; Marcelli, M.P.; Silva, N.H. & Silva, A.M. 2006. Líquens. In: Porto, K.C.; Tabarelli, M. & Almeida-Cortez, J. (orgs.). Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

RADAMBRASIL. 1978. Levantamento de recursos naturais, vol. 1-18. Ministério das Minas e Energia, Departamento de Produção Mineral, Rio de Janeiro.

Orientação: Rogelio Macías Ordóñez