

Distribuição em tabuleiro de xadrez de uma assembléia de formigas de solo na Amazônia Central

Gustavo S. Requena, Danilo E. de Oliveira, Débora Cristina Rother & Fabiane L. de Oliveira

Introdução

As comunidades de organismos são reguladas por uma somatória de fatores que resultam principalmente das propriedades intrínsecas de cada organismo e das interações existentes entre eles. Durante muito tempo, os padrões que determinam a co-existência das espécies têm sido objeto de estudos ecológicos que tentam entender se fatores determinísticos ou apenas o acaso explicam os padrões de distribuição mutuamente excludentes das espécies (Gotelli & Graves, 1996). A competição é normalmente o fator de maior peso atribuído na estruturação das comunidades, pois, segundo o modelo de exclusão competitiva, duas espécies com requerimentos ecológicos similares não podem viver no mesmo lugar ao mesmo tempo. Portanto, se duas ou mais espécies competem pelo mesmo recurso limitante, uma delas poderá ser levada à extinção local (Simberloff, 1984).

A co-ocorrência de espécies em uma comunidade também depende da escala espacial que se toma como referência. Em um bioma como um todo, pode-se encontrar diferentes espécies co-ocorrendo, mesmo que apresentem requerimentos similares (Huston, 1999). Porém, em uma escala espacial menor,

é possível que suas ocorrências sejam auto-excludentes. Em uma matriz de espécies por localidades, este padrão produziria uma tabela com células preenchidas e vazias alternadas e, por esta razão, este tipo de distribuição espacial não aleatório é chamado de distribuição em tabuleiro de xadrez. Ele pode ser gerado basicamente por dois mecanismos: a) distribuição em mosaico das espécies no habitat, ou b) competição inter-específica (Connor & Simberloff, 1979). No primeiro caso, os indivíduos das diferentes espécies se estabelecem ocasionalmente em diferentes locais e ali permanecem por conseguirem explorar os recursos com sucesso, uma vez que a outra espécie, que possui necessidades similares, está estabelecida em um local diferente. No segundo caso, entretanto, ambas as espécies potencialmente poderiam se estabelecer em toda a área. Porém, com o tempo, uma seria excluída pela outra por interações agonísticas entre os indivíduos, ou indiretamente pelo consumo prévio dos recursos (Connor & Simberloff, 1979).

O padrão de distribuição em tabuleiro de xadrez é bem documentado para espécies de aves nectarívoras, tais como *Nectarinia sericea* e *Myzomela pammelaena* (Gilpin & Diamond, 1984). Entretanto, são necessários

mais estudos com outros grupos taxonômicos para identificar a generalidade deste padrão de distribuição. Formigas constituem um ótimo grupo para estudos deste tipo, pois se acredita que a estrutura de comunidades de formigas seja primeiramente organizada por interações inter-específicas (veja Gotelli & Ellison, 2002). Adicionalmente, formigas empregam um vasto repertório comportamental quando competem por fontes de alimento e sítios para estabelecimento da colônia, sendo organismos territoriais (Hölldobler & Wilson, 1990). Muitas espécies apresentam um recrutamento massivo ao encontrar um recurso (Hölldobler & Wilson, 1990) e o monopólio de recursos poderia gerar um padrão de distribuição espacial de diferentes espécies de formigas em tabuleiro de xadrez.

O objetivo deste trabalho foi investigar, em duas escalas espaciais, qual o padrão de distribuição espacial das espécies de formigas de solo em uma área de terra firme da Amazônia Central. A hipótese é que as espécies de formigas não se distribuem aleatoriamente no habitat e que o mecanismo gerador desta distribuição é a competição. Dessa forma, espera-se que a distribuição das formigas de solo obedeça ao modelo de tabuleiro de xadrez em uma escala espacial pequena (mancha de recurso) e que não apresente esta distribuição em uma escala espacial mais ampla (grupo de manchas de recurso). Se a competição é o mecanismo responsável pelo padrão de tabuleiro de

xadrez, em pequena escala espécies devem excluir outras do recurso. Porém, em uma escala mais ampla, espera-se uma mescla de diferentes espécies co-ocorrendo e usufruindo das mesmas fontes alimentares.

Material & métodos

O estudo foi realizado na borda de uma estrada de 6 m de largura na Madeireira Itacoatiara Ltda., Amazônia Central (2°52' S, 58°44' O). O solo da área pode ser caracterizado como latossolo amarelo, com textura argilosa e a espécie vegetal dominante no trecho estudado era *Vismia* sp. (Clusiaceae). Foram estabelecidas 13 estações experimentais, distantes 6 m uma da outra. Em cada estação foram depositadas cinco iscas de atração de formigas, sendo uma em cada vértice de um quadrado de 15 cm de lado e uma no centro deste quadrado. As iscas, que consistiram em círculos de papel filtro com 3 cm de diâmetro embebidas com duas gotas de uma solução saturada de açúcar e suco de laranja, foram distribuídas em todas as estações entre 09:00 e 09:30 h. Durante um período de 1 h, as iscas ficaram expostas à visita das formigas e a cada 15 min era adicionada uma nova gota da solução em cada uma delas, a fim de evitar o esgotamento do recurso.

Após 1 h de exposição, foram coletadas as formigas presentes em cada uma das iscas. As operárias foram identificadas em morfotipos e a partir dos dados da presença

de cada morfotipo em cada isca, foi gerada uma matriz de espécies por localidade. Esta matriz foi utilizada para calcular o índice C-Score de co-ocorrência utilizando o programa EcoSim (Stone & Roberts, 1990). Quando todas as espécies estão presentes no mesmo local, o valor de C-Score é alto, ao passo que quando as espécies não co-existem, o valor de C-Score é baixo. Foram geradas 5.000 matrizes aleatorizadas na qual a ocorrência de cada espécie foi aleatoriamente embaralhada dentro de cada linha, fixando o número total de ocorrências por espécie, mas variando entre as localidades. Realizou-se este procedimento para que as espécies abundantes continuassem abundantes nas simulações, assim como para que as espécies raras continuassem raras. O mesmo procedimento foi realizado para as estações aglutinando os dados das cinco iscas presentes no mesmo local. Os C-Scores observados na natureza, tanto no nível de isca quanto no nível de estação, foram comparados com as distribuições dos C-Scores obtidos através das aleatorizações. Para uma assembléia que é competitivamente estruturada, o C-Score deveria ser

significativamente maior do que o esperado pelo acaso (Gotelli & Graves, 1996).

Resultados

Os indivíduos coletados foram classificados em 10 morfotipos, pertencentes às seguintes subfamílias de Formicidae: Formicinae, Pseudomyrmecinae, Myrmecinae e Ponerinae. Dentre as 65 iscas amostradas, 17 delas não estavam sendo visitadas por nenhuma formiga ao final de 1 h de exposição. As 39 iscas com formigas foram visitadas por apenas um morfotipo, oito delas por dois morfotipos e apenas uma isca possuía três morfotipos simultaneamente.

As simulações mostraram que o C-Score estimado para o nível de iscas não é produto de um evento casual ($p < 0,001$; Figura 1A). Para os dados das 13 estações, foram encontradas desde estações sendo visitadas por apenas um morfotipo de formiga até estações com oito morfotipos simultaneamente. Na escala das estações, as simulações mostraram que o C-Score estimado está incluído na distribuição de valores esperados pelo acaso ($p = 0,164$; Figura 1B).

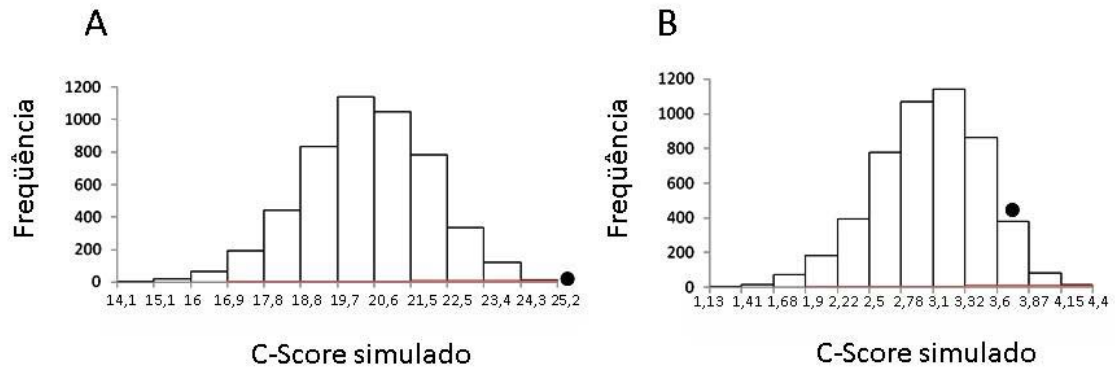


Figura 1. Distribuição de frequência dos C-Scores obtidos pelas 5.000 aleatorizações no nível de (A) isca e (B) estação. Os círculos pretos indicam os valores de C-Score estimados a partir dos dados observados (isca: C-Score = 25,58; estação: C-Score = 3,49).

Discussão

No presente trabalho, foi mostrado que o padrão de distribuição em tabuleiro de xadrez para formigas de solo é dependente da escala espacial. Em uma escala pequena (centímetros separando as iscas), este tipo de distribuição descreve bem o padrão encontrado para as formigas estudadas. Entretanto, quando se amplia a escala de observação (metros separando as estações), aglutinando todos os dados referentes às iscas próximas, o melhor modelo de distribuição é o de co-ocorrência.

O padrão de não co-ocorrência de espécies de formigas em uma escala espacial pequena é bem documentado na literatura (veja exemplos em Gotelli & Ellison, 2002). Um possível mecanismo gerador da segregação entre essas espécies é a distribuição em mosaico das espécies de formigas no habitat. Neste caso, o padrão de distribuição das colônias determinaria o padrão de visitação das iscas, pois as formigas encontrariam o recurso próximo aos

seus ninhos. Como as iscas foram estabelecidas com uma distância muito pequena entre si, a localização das colônias também influenciaria o padrão de visitação das estações. No entanto, em uma escala ampla, de estações, foram observadas até oito espécies visitando diferentes iscas em uma área de 15 x 15 cm, utilizando as mesmas fontes de alimento. A combinação dos resultados em diferentes escalas sugere que o mecanismo gerador do padrão de distribuição das espécies de formiga é a competição, pois espécies que estão presentes na mesma área não são encontradas compartilhando as mesmas fontes de recurso na escala das iscas.

Em uma escala espacial mais ampla, como em uma comunidade, vários processos ecológicos estão envolvidos em promover a co-existência de espécies, dentre eles a partilha de recursos. Quanto maior a diferença entre os nichos de duas espécies, maior a probabilidade de que essas espécies possam co-existir. Espécies que co-existem podem

diferir, por exemplo, em tamanho corporal, morfologia ou horário de atividade, reduzindo a sobreposição na utilização dos recursos (MacArthur, 1972). Dentre as formigas que visitaram as iscas, foram encontrados representantes de espécies com tamanhos e estratégias de forrageamento muito diferentes, desde formicíneos, cujos indivíduos são pequenos, forrageiam em uma área reduzida e recrutam outras formigas da colônia, até poneríneos, cujas formigas são grandes, forrageiam em uma área ampla e levam sozinhas o recurso até a colônia (Hölldobler & Wilson, 1990).

Pode-se concluir que a competição inter-específica entre as formigas de solo gera um padrão de distribuição não aleatório no habitat chamado padrão em tabuleiro de xadrez, no qual uma espécie que explora uma fonte alimentar exclui competitivamente outras espécies do recurso. Entretanto, em uma escala espacial mais ampla, as diversas espécies amostradas conseguem co-existir, possivelmente devido a diferenças em utilização de outros recursos, como sítios para estabelecimento de colônias ou outras fontes alimentares. A realização de estudos futuros que quantifiquem as diferenças morfológicas das espécies que co-ocorrem podem fornecer dados para entender melhor a competição direta entre estas espécies e a partição de recursos. É esperado que espécies com tamanhos diferentes co-existam mais em uma

mesma fonte de recursos do que espécies com tamanhos similares.

Referências bibliográficas

- Connor, E.F. & D. Simberloff. 1979. The assembly of species communities: chance or competition? *Ecology*, 60: 1132 – 1140.
- Gilpin, M.E. & J.M. Diamond. 1984. Are species co-occurrence on islands non-random, and are null hypotheses useful in community ecology? In: *Ecological communities: conceptual issues and the evidence* (D.R. Strong Jr.; D. Simberloff; L.G. Abele & A.B. Thistle, eds.). Princeton University Press, Princeton.
- Gotelli, N.J. & G.R. Graves. 1996. *Null models in ecology*. Smithsonian Institution Press, Washington & London.
- Gotelli N.J. & A.M. Ellison. 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. *Oikos*, 99: 591–599.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Springer-Verlag, Berlin.
- Huston, M.A. 1999. Local process and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. *Oikos*, 86: 393–401.
- MacArthur, R.A. 1972. *Geographical ecology*. Harper & Row, New York.
- Simberloff, D. 1984. Properties of coexisting bird species in two archipelagoes. In: *Ecological communities: conceptual*

issues and the evidence (D.R. Strong Jr.; D. Simberloff; L.G. Abele & A.B. Thistle, eds.). Princeton University Press, Princeton.

Stone, L. & A. Roberts. 1990. The checkerboard score and species distributions. *Oecologia*, 85: 74–79.

Orientação: Adriano S. Melo